Centro de Investigación en Matemáticas, A. C.

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MATEMÁTICAS BÁSICAS

2018 -

VIGENCIA

Estudios de licenciatura en ciencias exactas como matemáticas o física, o bien en ciencias naturales e ingeniería con una fuerte preparación y capacidad para las matemáticas.

ANTECEDENTES ACADEMICOS DE INGRESO

MODALIDAD	Escolarizada
DURACION DEL CICLO	Semestral, 14 a 15 semanas efectivas de clase
CLAVE DEL PLAN DE ESTUDIOS	2018

OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE ESTUDIOS
1. Proporcionar al estudiante un conocimiento amplio en las áreas básicas de las matemáticas. 2. Lograr que el estudiante profundice su formación en algún área de las matemáticas. 3. Dar al estudiante la preparación necesaria para laborar, ya sea en la docencia o en el sector productivo, o continuar estudios de doctorado.

PERFIL DEL EGRESADO
Los egresados de este programa adquirirán un conocimiento amplio en las áreas básicas de las matemáticas, logrando profundizar y cimentar un conocimiento sólido y un manejo eficiente de las matemáticas de acuerdo a su especialidad, así como las formas de pensamiento y expresión propias de un profesional de la matemática, alcanzando 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.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

SEMES-TRE	LISTA DE ASIGNATURAS O UNIDADES DE APRENDIZAJE	CLAVE	SERIACION	HORAS		CRÉDITOS	INSTA-LACIO-NES
				CON DOCENTE	INDEPEN-DIENTES		
1	Álgebra Moderna	18ALG01		60	68	8	A
	Topología I	18TOP01		60	68	8	A
	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I	18EDO01		60	68	8	A
2	Teoría de la Medida	18TME01		60	68	8	A
	Variable Compleja I	18VCO01		60	68	8	A
	Seminario de Resolución de Problemas	18SRP01		60	68	8	A
3	Optativa I						
	Optativa II						
	Actividades Especiales	18AES01				0	
4	Optativa III						
	Optativa IV						
	Seminario de Tesis I	18STE01		60	68	8	A
				SUMA 420	SUMA 476	SUMA 56	

LISTA DE ASIGNATURAS O UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS	CLAVE	SERIACION	HORAS		CRÉDITOS	INSTA-LACIO-NES
			CON DOCENTE	INDEPEN-DIENTES		
Álgebra II	18ALG02	18ALG01	60	68	8	A
Álgebra Conmutativa	18ALC01	18ALG01	60	68	8	A
Análisis Armónico	18AAR01		60	68	8	A
Análisis Funcional I	18AFU01		60	68	8	A
Análisis Funcional II	18AFU02	18AFU01	60	68	8	A
Análisis Funcional Aplicado	18AFA01		60	68	8	A

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II	18EDO02	18EDO01	60	68	8	A
Ecuaciones Diferenciales Parciales	18EDP01	18EDO01	60	68	8	A
Geometría Algebraica I	18GAL01		60	68	8	A
Geometría Algebraica II	18GAL02	18GAL01	60	68	8	A
Geometría Diferencial I	18GDI01		60	68	8	A
Geometría Diferencial II	18GDI02	18GDI01	60	68	8	A
Geometría Riemanniana	18GRI01		60	68	8	A
Seminario de Tesis II	18STE02	18STE01	60	68	8	A
Sistemas Dinámicos I	18SDI01		60	68	8	A
Sistemas Dinámicos II	18SDI02	18SDI01	60	68	8	A
Superficies de Riemann	18SRI01	18ALG01	60	68	8	A
Topología II	18TOP02	18TOP01	60	68	8	A
Topología Diferencial	18TOD01	18TOP01	60	68	8	A
Variable Compleja II	18VCO02	18VCO01	60	68	8	A
Temas Selectos de Álgebra I	18TSA01		60	68	8	A
Temas Selectos de Álgebra II	18TSA02	18TSA01	60	68	8	A
Temas Selectos de Álgebra III	18TSA03	18TSA02	60	68	8	A
Temas Selectos de Álgebra IV	18TSA04	18TSA03	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis I	18SAN01		60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis II	18SAN02	18SAN01	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis III	18SAN03	18SAN02	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis IV	18SAN04	18SAN03	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis Numérico I	18SNU01		60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis Numérico II	18SNU02	18SNU01	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis Numérico III	18SNU03	18SNU02	60	68	8	A
Temas Selectos de Análisis Numérico IV	18SNU04	18SNU03	60	68	8	A
Temas Selectos de Computación I	18SCO01		60	68	8	A
Temas Selectos de Computación II	18SCO02	18SCO01	60	68	8	A
Temas Selectos de Computación III	18SCO03	18SCO02	60	68	8	A
Temas Selectos de Computación IV	18SCO04	18SCO03	60	68	8	A
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales I	18SED01		60	68	8	A
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales II	18SED02	18SED01	60	68	8	A
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales III	18SED03	18SED02	60	68	8	A
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales IV	18SED04	18SED03	60	68	8	A

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

Temas Selectos de Física Matemática I	18SFM01		60	68	8	A
Temas Selectos de Física Matemática II	18SFM02	18SFM01	60	68	8	A
Temas Selectos de Física Matemática III	18SFM03	18SFM02	60	68	8	A
Temas Selectos de Física Matemática IV	18SFM04	18SFM03	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Algebraica I	18SGAL01		60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Algebraica II	18SGAL02	18SGAL01	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Algebraica III	18SGAL03	18SGAL02	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Algebraica IV	18SGAL04	18SGAL03	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Diferencial I	18SGD01		60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Diferencial II	18SGD02	18SGD01	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Diferencial III	18SGD03	18SGD02	60	68	8	A
Temas Selectos de Geometría Diferencial IV	18SGD04	18SGD03	60	68	8	A
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas I	18SMA01		60	68	8	A
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas II	18SMA02	18SMA01	60	68	8	A
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas III	18SMA03	18SMA02	60	68	8	A
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas IV	18SMA04	18SMA03	60	68	8	A
Temas Selectos de Métodos Estadísticos I	18SME01		60	68	8	A
Temas Selectos de Métodos Estadísticos II	18SME02	18SME01	60	68	8	A
Temas Selectos de Métodos Estadísticos III	18SME03	18SME02	60	68	8	A
Temas Selectos de Métodos Estadísticos IV	18SME04	18SME03	60	68	8	A
Temas Selectos de Probabilidad I	18SPR01		60	68	8	A
Temas Selectos de Probabilidad II	18SPR02	18SPR01	60	68	8	A
Temas Selectos de Probabilidad III	18SPR03	18SPR02	60	68	8	A
Temas Selectos de Probabilidad IV	18SPR04	18SPR03	60	68	8	A
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos I	18SSD01		60	68	8	A
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos II	18SSD02	18SSD01	60	68	8	A
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos III	18SSD03	18SSD02	60	68	8	A
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos IV	18SSD04	18SSD03	60	68	8	A
Temas Selectos de Teoría Estadística I	18TSE01		60	68	8	A
Temas Selectos de Teoría Estadística II	18TSE02	18TSE01	60	68	8	A
Temas Selectos de Teoría Estadística III	18TSE03	18TSE02	60	68	8	A
Temas Selectos de Teoría Estadística IV	18TSE04	18TSE03	60	68	8	A
Temas Selectos de Topología I	18STO01		60	68	8	A
Temas Selectos de Topología II	18STO02	18STO01	60	68	8	A

Temas Selectos de Topología III	18STO03	18STO02	60	68	8	A
Temas Selectos de Topología IV	18STO04	18STO03	60	68	8	A
Temas Selectos de Variable Compleja I	18SVC01		60	68	8	A
Temas Selectos de Variable Compleja II	18SVC02	18SVC01	60	68	8	A
Temas Selectos de Variable Compleja III	18SVC03	18SVC02	60	68	8	A
Temas Selectos de Variable Compleja IV	18SVC04	18SVC03	60	68	8	A

NUMERO MINIMO DE HORAS QUE SE DEBERAN ACREDITAR EN LAS
ASIGNATURAS OPTATIVAS, BAJO LA CONDUCCION DE UN DOCENTE — 240

NUMERO MINIMO DE CREDITOS QUE SE DEBERAN ACREDITAR EN
LAS ASIGNATURAS OPTATIVAS — 32

NÚMERO MÍNIMO DE CRÉDITOS TOTALES (OBLIGATORIAS + OPTATIVAS) — **88**

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

PROPUESTA DE EVALUACION Y ACTUALIZACION PERIODICA DEL PLAN DE ESTUDIOS
El CIMAT designará un ***Comité Académico de Posgrado*** (CAP) integrado por investigadores adscritos al CIMAT. Este comité estará a cargo de los aspectos académicos del programa incluyendo la planeación académica, evaluación y seguimiento del programa. Sus decisiones se tomarán de manera colegiada, siguiendo estos lineamientos para la Maestría y la normativa interna de CIMAT para sus programas académicos.

OPCIONES DE TITULACIÓN
Para obtener el grado de Maestría, el alumno deberá cubrir un total de 88 créditos (56 obligatorios y 32 optativos) del plan de estudios, haber aprobado Actividades Especiales, así como satisfacer los siguientes requisitos: • Aprobar tres exámenes generales de las materias del primer año: Álgebra, Topología, Ecuaciones Diferenciales, Variable Compleja y Teoría de la Medida. • Elaborar una tesina bajo la supervisión de un asesor y defenderla ante un jurado.

Dr. Víctor Manuel Rivero Mercado
Director General

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ÁLGEBRA MODERNA

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 1	18ALG01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

1. Reforzar y completar el conocimiento y las estructuras algebraicas básicas.
2. Proporcionar los elementos necesarios para proseguir en diversas direcciones de álgebra.
3. Proporcionar la base necesaria para la utilización del álgebra en otras áreas como geometría o topología.

TEMAS Y SUBTEMAS

1. Grupos

1. Semigrupos, monoides y grupos.
2. Subgrupos y homomorfismos.
3. Grupos cíclicos.
4. Clases módulo subgrupos, normalidad, cocientes.
5. Teoremas de isomorfismos.
6. Grupos simétricos, alternantes y dihédricos.
7. Productos, sumas y grupos libres.
8. Estructura de los grupos Abelianos finitamente generados.
9. Condiciones de cadena ascendente descendente.
10. Acciones sobre conjuntos.
11. Teoremas de Sylow.
12. Solubilidad y nilpotencia.
13. Series normales.

2. Anillos

1. Anillos y homomorfismos.
2. Ideales y cocientes.
3. Teoremas de isomorfismos.
4. Factorización en anillos conmutativos.
5. Dominios de ideales principales y dominios euclideanos.

6. Anillos de fracciones y localización.
7. Anillos de polinomios y de series de potencias.
8. Factorización en anillos de polinomios.

3. Teoría de Galois

1. Extensiones de campos.
2. Construcciones con regla y compás.
3. Automorfismos de campos, grupo de Galois y el Teorema Fundamental de la Teoría de Galois.
4. Normalidad, separabilidad y cerradura algebraica. Teorema Fundamental del Álgebra.
5. Grupo de Galois de un polinomio.
6. Campos finitos.

4. Temas Selectos

4.1. Módulos.

1. Módulos, submódulos y homomorfismos.
2. Sucesiones exactas.
3. Módulos Libres.
4. Hom y dualidad.
5. Productos tensoriales.
6. Módulos proyectivos e inyectivos.
7. Módulos sobre dominios de ideales principales.
8. Álgebras.

4.2. Teoría de representaciones de grupos finitos.

1. Álgebra de grupo.
2. Semisimplicidad del álgebra de grupo.
3. Caracteres.
4. Funciones de clase.
5. Relaciones de ortogonalidad.
6. Representaciones inducidas.

4.3. Álgebras sobre campos.

1. Álgebras asociativas.
2. Cambios de campo.
3. Álgebras exteriores. Determinantes.
4. Representaciones matriciales de álgebras asociativas.
5. Álgebras de Lie y de Jordan.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

6. Álgebras de composición. Teorem de Hurwitz.
7. Teoremas de Frobenius y de Wedderburn sobre álgebra asociativas de divi-sión.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

TOPOLOGÍA I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 1	18TOP01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

- 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.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Topología General
- Conjuntos
- Espacios topológicos
  - Vecindades
  - Bases y sub-bases
- Funciones continuas
- Subespacios, espacios producto, espacios cociente
- Convergencia
  - Sucesiones
  - Redes
  - Filtros
- Axiomas de separación
  - Espacios T0-T4
  - Espacios regulares
  - Espacios normales
  - Lema de Urysohn
  - Teorema de extensión de Tietze, Teorema de la Curva de Jordan

- Espacios compactos y localmente compactos
- Teorema de Tijonov (Tychono)
- Compacticacion de un punto y de Stone-Cech
- Conexidad, conexidad local, conexidad por trayectorias
- Espacios de funciones
    - Convergencia por puntos, convergencia uniforme
    - Topología compacto-abierta
    - Teorema de Stone-Weierstrass
- Topología algebraica.
- Clasificación de variedades de dimensión dos
- Grupo fundamental
- Grupos libres, Generadores y relaciones: Presentaciones de grupos
- Teorema de Seifert-van Kampen
- Cálculos de grupo fundamental para:
    - Gráficas
    - Complejos CW
    - Productos
    - Superficies compactas
    - Nudos toroidales y algoritmo de Writinger
    - Complementos de nudos

Temas complementarios

Topología general.

- Paracompacidad
- Continuos
- Teorema de Baire

Topología algebraica.

Espacios cubrientes

a) Correspondencia entre cubrientes y homomorfismos del grupo fundamental en grupos de permutaciones.

b) Espacios cubrientes de la cuña de dos copias de la 1-esfera
c) Espacios cubrientes de superficies (al menos del toro)
d) Calcular el homomorfismo inducido en grupos fundamentales por la proyección cubriente.
e) Levantamiento de homotopías
f) Transformaciones cubrientes y acción del grupo fundamental
g) Cubrientes regulares, cocientes y correspondencia fundamental entre cubrientes y subgrupos normales
h) Existencia del cubriente universal (Aquí vale la pena solo platicar la construcción de la cubierta universal y no ver la demostración completa para poder ver varios ejemplos de cubiertas universales).

4.4. Introducción a Homología Singular

Principios básicos

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 1	18EDO01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

1. Que el alumno adquiera conocimientos sobre la teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales.
2. Que el alumno aprenda a resolver ecuaciones diferenciales buscando las soluciones por series de potencias formales.

TEMAS Y SUBTEMAS

<u>TEMAS BÁSICOS</u>

Ecuaciones lineales

1. Resolución e interpretación geométrica.
2. Sistemas hiperbólicos y su clasificación topológica.

Teoría básica

1 Desigualdad de Gronwall. Teorema de existencia y unicidad.
2 Continuidad con respecto a condiciones iniciales.
3 Flujo y completitud. Diferenciabilidad del flujo.

Estabilidad

1 Sistemas conservativos y gradientes.
2 Estabilidad de sistemas no lineales y teorema de Lyapunov.

Ejemplos

1 Ecuación de Van der Pol.
2 Ecuación de Lorentz.
3 Modelos poblacionales.

Teoría Geométrica

1. Conjuntos omega-límite, ciclos límite.
2. Transversalidad, secciones, caja de flujo y aplicación de Poincaré.
3. Teorema de Poincaré-Bendixson. Criterio de Dulac.

TEMAS COMPLEMENTARIOS

Atractores periódicos.

Teoría Hiperbólica.

1. Variedades invariantes, espacio tangente.
2. Teorema de Hartman-Grobman para difeomorfismos y campos.

Teoría de Floquet.

1. Matriz fundamental T -periódica. Teorema de Floquet.
2. Estabilidad de orbitas periódicas.
3. Exponentes de Lyapunov.

TEMAS BÁSICOS

Teoría de perturbaciones.

1. Persistencia de puntos de equilibrio y orbitas cerradas.
2. Estabilidad estructural.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

TEORÍA DE LA MEDIDA

CICLO SEMESTRE 2	CLAVE DE LA ASIGNATURA 18TME01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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.

TEMAS Y SUBTEMAS

TEMAS BÁSICOS

1. Medidas
    1.1 Algebras y sigma-algebras
    1.2 Clase monótona.
    1.3 Medidas
    1.4 Medida Exterior. Teorema de Caratheodory
    1.5 Medidas de Borel Regulares
    1.6 Medida de Lebesgue

2. Funciones e Integración
    2.1 Funciones Medibles. Aproximación por funciones simples
    2.2 Integración de funciones no negativas. Teorema de convergencia monótona, Lema de Fatou
    2.3 Integración de funciones complejas. Teorema de convergencia dominada
    2.4 La integral de Riemann
    2.5 Modos de Convergencia. Teorema de Egoroff.

3. Medidas producto
    3.1 Construcción de medidas producto. Conmutatividad y asociatividad
    3.2 Teorema de Fubini
    3.3 La integral de Lebesgue en Rn

4. Descomposición de medidas
    4.1 Medidas con signo. Descomposición de Hahn, descomposición de Jordan
    4.2 Teorema de Radon-Nikodim. Generalización a medidas complejas

5. Espacios Lp
    5.1 Espacios normados
    5.2 Funcionales lineales
    5.3 Funciones convexas. Teorema de Jensen
    5.4 Propiedades básicas de espacios Lp. Desigualdades de Holder, Minkowski, Completitud

TEMAS COMPLEMENTARIOS

6. Diferenciación de medidas
    6.1 La integral indefinida
    6.2 Función maximal de Hardy-Littlewood
    6.3 Teorema de diferenciación de Lebesgue. Lemas de cubierta de Vitali

7. Representación de Espacios Duales
    7.1 Forma general de un funcional bilineal acotado (Tma. de Lax-Milgram).
    7.2 Espacio dual de Lp
    7.3 Operadores con núcleo reproductor.
    7.4 Funciones de variación acotada.
    7.5 Espacio dual de C[a; b].

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

VARIABLE COMPLEJA I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 2	18VCO01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Reforzar y completar el conocimiento de la parte básica de la teoría de funciones de variable compleja, buscando un manejo maduro tanto en su parte formal como en la operativa.

Proporcionar los elementos necesarios para profundizar en diversas direcciones, tanto dentro de la misma variable compleja como en sus aplicaciones en otras áreas.

TEMAS Y SUBTEMAS

<u>TEMAS BÁSICOS</u>

- Elementos de análisis complejo
    - Definición de derivada compleja. Funciones holomorfas. Ecuaciones Cauchy-Riemann.
    - Integración compleja. Teorema de Cauchy y consecuencias: Teorema de Morera y Liouville. Teorema fundamental de álgebra.
    - Series de potencia. Funciones analíticas. Representación en series de potencias de funciones holomorfas.
    - Ceros y singularidades aisladas de funciones holomorfas. Funciones meromorfas. Series de Laurent.
    - Principio del máximo y consecuencias.
    - Cálculo de residuos. Teorema de residuos. Cálculo de integrales definidas reales.
- Convergencia y teoremas de aproximación de funciones holomorfas
    - Familias de funciones holomorfas. Límites de sucesiones de funciones holomorfas. Convergencia uniforme en compactos.

  - Familias uniformemente acotadas. Teorema de Arzelá-Ascoli para funciones holomorfas.
  - Teorema de Hurwitz sobre ceros de límites de funciones holomorfas. Teorema de Mittag-Leffer sobre existencia de funciones meromorfas con determinados polos. Teorema de Runge sobre aproximación de funciones holomorfas por funciones racionales o polinomios.
  - Productos infinitos. Existencia de funciones enteras con determinados ceros.
- Aplicaciones Conformes
  - Lema de Schwarz. Automorfismos holomorfos del disco. Automorfismos del plano.
  - Transformaciones de Möbius. La esfera como variedad compleja. Automorfismos de la esfera.
  - Ejemplos de difeomorfismos holomorfos entre abiertos del plano complejo. Teorema de la aplicación de Riemann.

<u>TEMAS COMPLEMENTARIOS</u>

- Introducción a las superficies de Riemann.
- Introducción a la geometría hiperbólica.
- Funciones Especiales.
  - Función gamma.
  - Función zeta de Riemann.
  - Funciones elípticas.
- Funciones Armónicas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

SEMINARIO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 2	18SRP01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Reforzar la preparación del estudiante con el fin de mejorar sus conocimientos en los temas principales que requerirá para la presentación de sus exámenes generales, aumentando así sus posibilidades de éxito.

TEMAS Y SUBTEMAS

TEMAS BÁSICOS

1. Álgebra
2. Topología
3. Teoría de la Medida
4. Variable Compleja
5. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Sesiones de ayudantías

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Actividades en clase.

Se evalúa como Aprobado / No Aprobado.

ACTIVIDADES ESPECIALES

CICLO SEMESTRE 3	CLAVE DE LA ASIGNATURA 18AES01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Que el estudiante cuente con el registro de su tema de tesina así como la confirmación del asesor con quién la llevará a cabo, antes de finalizar su tercer ciclo. Asimismo que en este periodo defina y presente al jurado evaluador correspondiente ante el Comité Académico del Posgrado (CAP).

TEMAS Y SUBTEMAS

<u>TEMAS BÁSICOS</u>

1. El que corresponda al tema de tesina elegido por el estudiante.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Sesiones de asesoría individual

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Actividades realizadas en las asesorías.

Se evalúa como Aprobado / No Aprobado.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

SEMINARIO DE TESIS I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
SEMESTRE 4	18STE01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Facilitar las actividades necesarias para el desarrollo del tema de investigación y redacción del documento de tesina.

TEMAS Y SUBTEMAS

TEMAS BÁSICOS

1. El que corresponda al tema de tesina elegido por el estudiante.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Sesiones de asesoría.

Trabajo individual de investigación y redacción.

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Actividades realizadas en las asesorías.

Avance de la tesina.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ÁLGEBRA II

CICLO OPTATIVA	CLAVE DE LA ASIGNATURA 18ALG02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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.

A juicio del profesor y en función de los intereses y disposición del grupo, continuar el curso en alguna de las dos líneas siguientes:

i. 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.
ii. 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 TEMAS Y SUBTEMAS.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Introducción a la Teoría de Galois
  - Extensiones de Campos: Elementos algebraicos y trascendentes, etc.
  - Extensiones de Galois
  - La solubilidad de ecuaciones por radicales
- Temas de Álgebra Conmutativa
  - Estructura de los anillos: Radical, etc.
  - Localización y descomposición primaria
  - Anillos noetherianos y el teorema de la base de Hilbert
  - Elementos de geometría algebraica
- Teoría de Grupos Combinatoria*
  - Grupos libres
  - Presentaciones de grupos y subgrupos

- Movidas de Tietze y transformaciones de Nielsen
- Sumas directas, productos libres, productos con amalgamación

- Teoría de Representaciones de Lie*
    - Descomposiciones irreducibles y lema de Schur
    - Representaciones irreducibles de grupos finitos
    - Representaciones irreducibles de grupos abelianos
- Temas de Álgebras de Lie*
    - Definiciones y ejemplos básicos
    - El teorema de Levy-Mal
    - Álgebras de Lie semisimples y sus sistemas de raíces
    - El teorema de clasificación de Cartan
- Introducción a la Teoría de Categorías*
    - Conjuntos y clases
    - Definición y nociones básicas sobre categorías
    - Funtores y transformaciones naturales
    - Problemas universales. Ejemplos básicos
- Temas de Álgebra Homológica*
    - Complejos diferenciales y grupos de homología
    - Homología de grupos y grupos de extensión
    - Homología de álgebras de Lie

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

ÁLGEBRA CONMUTATIVA

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18ALC01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Conocer y manejar las propiedades básicas de anillos Noetherianos y módulos sobre ellos.

Desarrollar un diccionario entre conceptos algebraicos y geométricos de anillos.

Estudiar teoremas fundamentales de álgebra conmutativa.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Anillos
  - Ideales y anillos Noetherianos
  - Morfismos de anillos
  - Ideales primos y maximales
  - Operaciones de ideales
  - El espectro de un anillo
  - Anillos graduados
- Módulos
  - Módulos, submódulos y cocientes
  - Morfismos y operaciones de módulos
  - Sucesiones exactas
  - Producto tensorial
  - Restricción y extensión de escalares
  - Localización y anillos locales
  - El funtor Hom
  - Módulos de longitud finita

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

  - Módulos graduados
- Primos asociados
  - Primos asociados y minimales
  - Elusión prima
  - Decomposición primaria
  - El caso graduado
- Teoría de la dimensión
  - Dimensión de Krull de un anillo y un módulo
  - Dimensión zero y módulos Artinianos
  - Teorema del ideal principal de Krull
  - Anillos locales y sistemas de parámetros
  - Anillos regulares
- Dependencia integral
  - Extensiones finitas e integrales
  - Clausura entera de un anillo
  - Teoremas de Cohen-Seidenberg
  - Teorema de Normalización de Noether
- Principios de álgebra homológica
  - Complejos de cadenas, homología y cohomología
  - Resoluciones libres y números de Betti
  - Funtores derivados (Ext y Tor)
  - Anillos regulares y dimensión proyectiva
  - Sucesiones regulares y complejos de Koszul
  - Profundidad y anillos de Cohen-Macaulay

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

Uso de sofware especializado (Singular o Macaulay2)

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ANÁLISIS ARMÓNICO

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18AAR01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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

TEMAS Y SUBTEMAS

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

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ANÁLISIS FUNCIONAL I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18AFU01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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

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

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

TEMAS Y SUBTEMAS

- Introducción
- Espacios de Banach
  - Estructura algebraica
  - Norma
  - Complete
  - Los espacios clásicos: *B(A)*, *C(K)*, l^p y L^p
  - Espacio de Hilbert
  - Completación de un espacio normado
  - Espacio normado cociente
- Topología en espacios normados
  - Introducción
  - Espacio topológico
  - Espacio métrico
  - Teorema de contracción

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- Operadores lineales continuos
  - Propiedades básicas
  - Extensión lineal y continua
  - Normas equivalentes
- Dualidad
  - Espacio dual
  - Teorema de Hahn-Banach
  - Teorema de representación de Riesz
  - El Espacio dual de $L^p(\Omega)$
  - Operador transpuesto
- Dos principios del análisis funcional
  - Teorema de categoría de Baire
  - Teorema de acotamiento uniforme
  - Teoremas de la gráfica cerrada y del mapeo abierto
- Álgebra de operadores lineales acotados
  - Fórmula de Neumann
  - Grupo de operadores invertibles
  - Espectro

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ANÁLISIS FUNCIONAL II

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18AFU02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Continuar el estudio de los operadores lineales acotados definidos en un espacio de Banach; particularmente analizar su espectro.

Introducir los operadores lineales compactos y establecer la alternativa de Fredholm.

Desarrollar la teoría espectral para un operador que sea acotado y autoadjunto.

Iniciar el estudio de los operadores lineales no-acotados.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Espectro de un operador lineal acotado
    - Propiedades básicas
    - Función resolvente
- Espectro de un operador lineal compacto
    - Propiedades básicas de los operadores lineales compactos
    - Alternativa de Fredholm
    - Caso autoadjunto
- Espectro de un operador lineal
    - Resolución de la identidad
    - Teorema de la descomposición espectral
- Operadores lineales no-acotados
    - Ejemplos
    - Operador cerrado
    - Extensión minimal cerrada

- Operadores transpuesto y autoadjunto
- Espectro

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ANÁLISIS FUNCIONAL APLICADO

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18AFA01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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 las funcionales sobre dichos espacios. Así pues, se trata de los problemas:

a') Ax=b, o bien Fx=0, donde A, F:X→X son operadores, con A

lineal, b∈ X y F en general no-lineal, y

b') min $_{x \in B}$ $B^{\emptyset}$(x) donde $B \subset$ X y $\emptyset : X \to R$ es un funcional.

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.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Espacios de Hilbert y de Banach
  - Espacios normados y completitud
  - Separabilidad, desarrollos ortogonales y ortogonalización
  - Espacios de Soboleff

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

  - Problemas de norma mínima
- Operadores y funcionales
  - Funcionales lineales
  - Ejemplos de espacios duales

  - Operadores lineales acotados
  - El operador adjunto y ejemplos
- Convexidad y optimización
  - Derivadas de Gateaux y Fréchet
  - Ecuaciones de Euler-Lagrange
  - Funcionales y conjuntos convexos
  - Multiplicadores de Lagrange y condiciones de Kuhn-Tucker
- Control óptimo
  - Controlabilidad y observabilidad
  - Problemas de tiempo mínimo
  - La ecuación matricial de Riccati
  - Programación dinámica
- Elemento Finito
  - Interpolación y splines
  - El método de Ritz-Galerkin
  - Problemas de valores propios
  - Problemas con valores iniciales
- Ecuaciones no-lineales
  - El principio de contracción
  - El método de Newton
  - Convergencia a la Kantorovitch
  - Solución aproximada de ecuaciones funcionales

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS II

CICLO OPTATIVA	CLAVE DE LA ASIGNATURA 18EDO02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Estudiar algunos aspectos geométricos de las ecuaciones diferenciales ordinarias.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Ecuaciones integrables
- Teoría de perturbación
- Teoría de bifurcación
- Ecuaciones diferenciales parciales de primer orden

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18EDP01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El curso es sobre la teoría clásica de EDP. La ecuación de Laplace se estudia con la profundidad de Gilbarg & Trudinger [2]. La exposición de las ecuaciones del Calor y Onda sigue Evans [2] y John [3].

TEMAS Y SUBTEMAS

TEMAS BÁSICOS

- Introducción a las EDP
- La Ecuación de Laplace
  - Las identidades de Green
  - El principio del Máximo
  - El Problema de Dirichlet. Método de Perron
  - La ecuación de Poisson
- La Ecuación del Calor
  - El Problema de Cauchy
  - El principio del Máximo
  - Unicidad y Regularidad
- La Ecuación de onda
  - El método de promedios esféricos
  - El método de descenso de Hadamard
  - El principio de Duhamel
- Ecuaciones de primer orden

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- La ecuación del transporte
- Ecuación no lineal. Características
- Leyes de conservación escalares

TEMAS COMPLEMENTARIOS

- Métodos de Energía.
  - Principio de Dirichlet en el problema de Poisson.
  - Unicidad hacia atrás en la ecuación del calor.
  - Rapidez de propagación finita en la ecuación de onda.
- Transformadas Integrales.
  - Fourier y Laplace
- Series de Potencias.
  - Teorema de Cauchy-Kovaleskaya.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

GEOMETRÍA ALGEBRAICA I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18GAL01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Se propone como definición de variedad algebraica la de variedad cuasiproyectiva y de esta manera se describe la teoría de variedades algebraicas con mucho más énfasis en los ejemplos de Geometría Proyectiva que en los resultados del Álgebra Conmutativa que avalan la teoría. El objetivo es que el estudiante adquiera una sensibilidad de lo que trata la Geometría Algebraica; por ejemplo, que desarrolle la intuición del concepto de objeto genérico, o familia algebraica.

Debido al gran desarrollo que ha tenido la Geometría Algebraica en las últimas décadas, sus resultados se aplican en otras ramas de la matemática. Es importante que el estudiante conozca y entienda las aplicaciones de la Geometría Algebraica discutiendo una gran diversidad de ejemplos: Veronesas, Grassmannianas, Variedades Determinantales, Polinomio de Hilbert, Espacios y Conos Tangentes, Grupos Algebraicos, aplicaciones de Gauss, etc.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Curvas Planas afines
  - Sistema de coordenadas real y descripción algebraica de las cónicas.
  - Geometrías finitas, planos desarguesianos y planos de Pascal.
  - Curvas planas afines (reales y complejas) de grado 3.
  - Curvas planes afines (en $\mathbb{F}_p^2$) de grado 3.
  - Curvas planas afines de grados 4 y 5.
  - Anillo de coordenadas y campo de funciones de una curva plana.
- Hipersuperficies afines
  - Planos y superficies en $\mathbb{R}^3$.
  - Hipersuperficies en $\mathbb{R}^n$ y en $\mathbb{C}^n$. Teorema de la función implícita.

- Hipersuperficies en $\mathbb{F}_p^{\ n}$
- Anillo de coordenadas y campo de funciones de una hipersuperficie.

- Conjuntos algebraicos afines.
  - Espacios afines.
  - Conjuntos algebraicos.
  - Topología de Zariski.
  - Conjuntos algebraicos irreducibles.
- Funciones regulares y funciones racionales
  - Funciones regulares y funciones holomorfas en el caso complejo.
  - Funciones regulares en característica p>0.
  - Funciones racionales y meromorfas en el caso complejo.
  - Campo de funciones racionales en característica p>0.
  - Anillos locales.
- Morfismos
  - Transformaciones holomorfas entre variedades afines complejas.
  - Transformaciones regulares entre variedades afines y su relación con anillos de coordenadas.
  - Transformaciones meromorfas entre variedades afines.
  - Transformaciones racionales y transformaciones birracionales.
- Variedades proyectivas y casi proyectivas
  - Espacios proyectivos.
  - Conjuntos algebraicos en espacios proyectivos.
  - Curvas proyectivas planas.
  - Superficies e Hipersuperficies.
  - Variedades grassmannianas. Coordenadas de Plücker.
  - Variedades de banderas. Coordenadas de Plücker.
  - Productos de variedades proyectivas.
  - Espacios proyectivo pesados.
  - Topología de Zariski.
- Dimensión de una variedad

  - Cadenas descendentes de subvariedades.
  - Grado de trascendencia del campo de funciones.
- Variedades no singulares
  - Espacio tangente a una variedad analítica en un punto.
  - Intersecciones completas y teorema de la función implícita para variedades complejas.
  - Acción del espacio tangente en el anillo local, expansión en serie de potencias.
  - Dimensión de Krull de un anillo local.
  - Espacio tangente a una variedad algebraica.
  - Variedades no singulares.
- Morfismos y transformaciones racionales
  - Transformaciones holomorfas entre variedades proyectivas complejas.
  - Transformaciones regulares entre variedades proyectivas.
  - Transformaciones meromorfas entre variedades proyectivas complejas.
  - Transformaciones racionales y transformaciones birracionales.
  - Morfismos finitos.
  - Espacios fibrados, haces vectoriales. El haz tangente.
- Explosiones y desingularización
  - Explosión en un punto.
  - Explosión a lo largo de una subvariedad lineal.
  - Explosión, caso general.
  - Fibras y transformada estrictas.
  - Teorema de Hironaka.
- Divisores y grupo de Picard
  - Divisores de Weil.
  - Equivalencia lineal y grupo de clases de divisores de Weil.
  - Divisores de Cartier.
  - Divisores principales y grupo de clases de divisores de Cartier.
  - Haz lineal asociado a un divisor de Cartier.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- Grupo de Picard.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

GEOMETRIA ALGEBRAICA II

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18GAL02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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.

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.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Variedades algebraicas
  - Variedades algebraicas
  - Productos
  - Haces
  - Haces en Geometría Algebraica
  - Variedades lisas y morfismos
  - Curvas
  - Cohomología y el teorema de Riemann-Roch
  - Cohomología de variedades proyectivas
  - Aplicaciones de la cohomología
- Introducción a la teoría de esquemas

- Definición de esquemas
- Ejemplos
- Esquemas reducidos sobre campos algebraicamente cerrados
- Esquemas no-reducidos

- Esquemas aritméticos
- Esquemas proyectivos
- Esquemas separados y morfismos propios
- Proj de un anillo graduado
- Invariantes de esquemas proyectivos
- El functor de puntos y la geometría de un esquema
- Caracterización de un espacio por su functor de puntos

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

GEOMETRÍA DIFERENCIAL I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18GD01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Que el alumno aprenda el lenguaje de trabajo dentro del campo de la geometría diferencial y que adquiera destreza en el manejo de las técnicas propias del área mediante una gran cantidad de ejercicios encaminados a este fin.

Al terminar el curso, el alumno debe tener un panorama geométricamente 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 geométricamente el contenido de los teoremas fundamentales de esta teoría.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Variedades
  - Variedades diferenciables; definición
  - Funciones y mapeos diferenciables
  - Vectores tangentes
  - Subvariedades, difeomorfismos y el teorema de la función inversa
  - Teorema de la función implícita; submersiones
  - Campos vectoriales
  - Distribuciones y el teorema de Frobenius
- Tensores y formas diferenciables
  - Los haces de las algebras tensorial, simétrica y exterior
  - Campos tensoriales y formas diferenciables
  - Derivada de Lie

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

  - Ideales diferenciables
- Grupos de Lie
  - Grupos de Lie y álgebras de Lie
  - Subgrupos y homomorfismos
  - Grupos de Lie simplemente conexos; primer teorema de Lie
  - El mapeo exponencial
  - Subgrupos cerrados; espacios de órbitas
  - Las representaciones adjunta y coadjunta
  - Espacios homogéneos

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

GEOMETRÍA DIFERENCIAL II

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18GDI02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Que el alumno continúe y profundice en el aprendizaje del lenguaje básico de la geometría diferencial y que adquiera destreza en el manejo de la 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.

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.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Integración en variedades y fórmulas geométricas
  - Orientación e integración en variedades
  - Número de vueltas; índice
  - Grado de un mapeo
  - Índice de un campo vectorial
  - Invariante de Hopf
  - Números de encadenamiento; ley de Gauss y ley de Ampere
- Cohomología de gavillas y el teorema de De Rham
  - La cohomología de De Rham
  - La gavilla de funciones diferenciables

- Construcciones con gavillas de mapeos diferenciables y relación con fibrados diferenciables
- Axiomas de la cohomología de gavillas
- Cohomologías de Alexander-Spanier, Cech, Singular y de De Rham
- El teorema de De Rham

- Cohomología invariante
  - Acciones de grupos
  - Cohomología invariante en grupos de Lie
  - Cohomología de grupos de Lie compactos
- Haces con grupo de estructura
  - Haces principales y haces asociados; ejemplos
  - Haces de grupos y espacios homogéneos
  - Aplicaciones; cohomología de las variedades de Stiefel y de los grupos clásicos
  - Conexiones principales
  - Curvatura
  - Homomorfismo de Weil
- 5. Conexiones lineales
  - Formas diferenciales con valores en haces asociados
  - Conexiones lineales y afines; formas de Cartan
  - Curvatura, transporte paralelo y holonomía
  - Conexiones riemannianas
  - Clases características de Pontryagin, de Pfaff y de Chern
  - El teorema de Gauss-Bonnet-Chern
  - Introducción a los haces vectoriales complejos

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

GEOMETRÍA RIEMANNIANA

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18GRI01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El curso busca presentar las primeras nociones asociadas a variedades Riemannianas. De esta forma el estudiante podrá contar con una colección más completa de herramientas relacionadas con la teoría de variedades. Las técnicas propias del uso de geodésicas, minimización de distancias, curvatura, derivación de campos vectoriales, entre otras, son parte de este curso y resultan fundamentales para cursos avanzados en Geometría Diferencial, Topología e incluso Análisis.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Introducción a variedades diferenciables
    - Espacio tangente.
    - Campos vectoriales.
    - Subvariedades diferenciables.
- Métricas Riemannianas.
    - Ejemplos.
    - Subvariedades Riemannianas.
    - Recubrimientos Riemannianos.
    - Conexión de Levi-Civita.
    - Tensores.
    - Gradiente.
    - Operador de Laplace-Beltrami
- Distancia Riemanniana.
    - Geodésicas.
    - Lema de Gauss.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

  - Propiedades minimizantes de las geodésicas.
  - Mapeo exponencial.
  - Teorema de Hopf-Rinow.
- Tensor de curvatura.
  - Propiedades.
  - Curvatura seccional, de Ricci y escalar.
  - Cálculos de la curvatura.
  - Identidades de Bianchi.
- Campos de Jacobi.
  - Puntos conjugados.
  - Teorema de Hadamard.
- Inmersiones isométricas.
  - Segunda forma fundamental.
  - Curvatura media.
  - Subvariedades mínimas.
  - Subvariedades totalmente geodésicas.
- Fórmulas de variación de la energía.
  - Teorema de Myers.
  - Teorema de Synge.
  - Curvatura y topología.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

SISTEMAS DINÁMICOS I

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18SDI01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Que el alumno adquiera conocimientos sobre los conceptos de genericidad de sistemas dinámicos y estabilidad estructural, a partir de ejemplos.

Que el alumno aprenda las técnicas de la dinámica unidimensional.

TEMAS Y SUBTEMAS

<u>TEMAS BÁSICOS</u>

- Nociones básicas y ejemplos
  - Sistema dinámico discreto y continuo, órbitas, flujo, conjugación y semiconjugación.
  - Ejemplos discretos: rotaciones y expansiones del círculo unitario, endomorfismos del toro, aplicaciones cuadráticas y shift.
  - Ejemplos continuos: flujos y ecuaciones diferenciales, suspensiones de difeomorfismos, aplicación de retorno y secciones de Poincaré.
- Dinámica topológica
  - Sistemas dinámicos topológicos (discretos y continuos).
  - Conjuntos invariantes, □– y ω- límite, recurrencia y transitividad topológica.
  - Minimalidad y expansividad topológica. Entropía topológica y ejemplos.
- Dinámica en dimensiones bajas
  - Homeomorfismos de la circunferencia, levantamientos, número de rotación y clasificación de Poincaré.
  - Difeomorfismos de la circunferencia, teorema y ejemplo de Denjoy.
  - Aplicaciones del intervalo: puntos periódicos, teorema de Sharkovskii.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- Dinámica hiperbólica
  - Variedades diferenciables, haz tangente, difeomorfismos sobre variedades.
  - Variedades invariantes. Conjunto hiperbólico y teorema de descomposición de espacio tangente.
  - Ejemplo: la herradura de Smale.
  - Caracterización de conjunto hiperbólico por familias de conos. Estabilidad.

TEMAS COMPLEMENTARIOS

- Teoría ergódica
  - Repaso de teoría de la medida, medidas invariantes.
  - Teorema de recurrencia de Poincaré y teorema de Birkhoff.
  - Entropía medible.
- Transversalidad y genericidad
  - Teorema de Kupka-Smale.
  - Estabilidad de campos Morse-Smale.
  - Bifurcaciones y no-transversalidad.
- Dinámica simbólica
  - Topología del espacio de símbolos y la aplicación shift.
  - Ejemplos: aplicaciones expansivas y cuadráticas.
  - Puntos periódicos, transitividad, subshift de tipo finito, matriz de transición. Funciones zeta.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

SISTEMAS DINÁMICOS II

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18SDI02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Conjuntos hiperbólicos
    - Definición y métricas adaptadas
    - Ejemplos: sistemas Anosov, herradura de Smale, solenoide, atractor de Plykin.
- Variedad estable
    - Automorfismos hiperbólicos
    - La transformación de la gráfica
- Consecuencias de la hiperbolicidad
    - Expansividad
    - Lema de sombreado
    - Estabilidad
- Introducción a la teoría ergódica
    - Elementos de teoría de la medida
    - Medidas invariantes y teorema de recurrencia de Poincaré.
    - Teorema de Birkhoff y definición de ergodicidad
    - Ejemplos: Hamiltonianos, shifts, fracciones continuas

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

SUPERFICIES DE RIEMANN

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18SRI01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Introducción a la cohomología de Gavillas y algunas aplicaciones.

Introducción a clases características (clase de Chern de un fibrado por rectas).

Introducción a geometría diferencial compleja.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Superficies de Riemann
  - Definición de superficie de Riemann
  - Ejemplos, (Plano proyectivo, Toro complejo, grafica de funciones holomorfas, curvas planas etc.)
  - Topología de superficies de Riemann (cubrientes, triangulación característica de Euler)
  - Funciones holomorfas y meromorfas en superficies de Riemann.
- Morfismos entre superficies de Riemann
  - Definición de morfismo entre superficies de Riemann.
  - Propiedades elementales de mapeos holomorfos.
  - Teorema de Hurwitz.
- Cubriente universal
  - Definición de cubriente universal.
  - Grupo fundamental
  - Transformaciones de cubrientes.
  - Teorema de uniformización, clasificación.
  - Automorfismos de superficies de Riemann.
- Divisores y gavillas

- Definición de divisores y de grado de un divisor en superficies de Riemann compactas.
- Equivalencia lineal de divisores.
- Definición de gavillas.
- Morfismos entre gavillas.
- Gavillas invertibles, haces lineales.
- Teorema de Riemann-Rock
- Teorema de Serre.

- Cohomología
    - Cohomología de Cech
    - Sucesiones exactas de gavillas.
    - Ejemplos.
    - La variedad de Picard de una superficie de Riemann.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

TOPOLOGÍA II

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18TOP02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

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.

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.

Capacitar al alumno para abordar temas de geometría y de topología más avanzados en geometría diferencial, variedades Riemannianas, homotopía, homología y nudos.

TEMAS Y SUBTEMAS

<u>TEMAS BÁSICOS</u>

- Complejos de cadena.
  - Complejos y sucesiones exactas.
  - Homología de complejos.
  - Homotopía de complejos.
- Homología simplicial.
  - Con Delta-complejos o complejos simpliciales.
- Homología singular.
  - Uniones disjuntas.
  - Relación de H_0 con componentes.
  - Relación de H_1 con el grupo fundamental.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- Propiedades de homología.
  - Invarianza homotópica.
  - Sucesión del par.
  - Escisión.
  - Mayer-Vietoris.
  - Adjunciones.
- Homología celular.
  - CW-complejos.
  - Grado de funciones.
  - Homología celular.
  - Característica de Euler.
- Cohomología singular.
  - Coeficientes universales.
  - Propiedades de la cohomología análogas a la homología.
  - El producto cup.
- Introducción a la dualidad de Poincaré o a la cohomología de De Rham.
  - Orientabilidad.
  - Producto cap.
  - Formas diferenciales.
  - Cohomología con soporte compacto.

<u>TEMAS COMPLEMENTARIOS</u>

- Homología con coeficientes
- Teorema de Künneth
- Aplicaciones clásicas de homología (curva de Jordan, encajes de variedades, ...)
- Teorema del punto fijo de Lefschetz
- Equivalencia entre homología simplicial y singular
- Teorías de cohomología

- Productos de CW-complejos
- Introducción a haces
- Introducción a grupos de homotopía superiores
- Más detalles sobre dualidad de Poincaré o cohomología de De Rham.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

TOPOLOGÍA DIFERENCIAL

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA
OPTATIVA	18TOD01

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno entenderá el concepto de transversalidad, teoría de intersección y cobordismo.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Variedades diferenciables.
    - Variedades diferenciables y funciones diferenciables.
    - Espacio tangente y Diferencial de una función.
    - Inmersiones.
    - Submersiones.
    - Transversalidad.
    - Homotopía y estabilidad.
    - Teorema de Sard y Funciones de Morse.
    - Teorema de inmersión de Whithney.
- Transversalidad e Intersección.
    - Variedades con Frontera.
    - Clasificación de Variedades compactas con frontera de dimensión uno.
    - Transversalidad.
    - Teoría de Intersección $\mathbb{Z}_2$.
    - $\mathbb{Z}_2$ Números de enlace y Teorema de separación de Jordan.
    - Teorema de Borzuk–Ulam.
- Teoría de Intersección Orientada.
    - Variedades Orientadas.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

- Número de intersección orientado.
- Teoría de punto fijo de Lefschetz.
- Teorema de Poincaré–Hopf.
- Teorema de Índice de Hopf $\pi_n(\mathbb{S}^n, *) = \mathbb{Z}$.
- Característica de Euler.

- Cobordismo (Milnor).
  - Cobordismo enmarcado.
  - Isomorfismo de Pontryagyn.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

VARIABLE COMPLEJA II

CICLO OPTATIVA	CLAVE DE LA ASIGNATURA 18VCO02

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Ampliar y profundizar los temas discutidos en un primer curso.

Relacionar los resultados obtenidos con otras ramas de la matemática, especialmente el análisis y la geometría.

TEMAS Y SUBTEMAS

- Continuación analítica.
- Funciones algebraicas y superficies de Riemann.
- Funciones elípticas en el sentido de Weierstrass y Jacobi.
- Funciones enteras y meromorfas.
- Mapeo conforme.
- Funciones armónicas.
- Funciones holomorfas en el semiplano

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Clases

Sesiones de ayudantías

Laboratorios de cómputo

Individuales: tareas, estudio

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Exámenes parciales, examen final, evaluación de las tareas y actividades en clase.

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

ANEXO 3
LISTADO DE ACERVO BIBLIOGRÁFICO

Álgebra Moderna

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Algebra	Thomas W Hungerford	Springer	2003
2	Libro	Basic Algebra I	Nathan Jacobson	Dover Publications	2009
3	Libro	Algebra	Serge Lang	Springer	2005

Topología I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Topology	Dugundji	Allyn and Bacon	1996
2	Libro	Topology: a 1rst course	Munkres, James R.	Prentice-Hall, Inc., Englewood Cli s, N.J.	1975
3	Libro	Introduccion a la topologÍa.	G. Salicrup.	Aportaciones matemáticas, SMM	1997
4	Libro	Lecture notes on elementary topology and geometry, Undergraduate texts in Math, Ser.	I. Singer and J. Thorpe	Springer-Verlag, New York	1967
5	Libro	General topology	S. Willard	Addison-Wesley, Reading Massachusetts	1970
6	Libro	Algebraic topology, a 1rst course	M. Greenberg and J. Harper	Benjamin/ Cummings Pub, Co., Reading Massachusetts	1981
7	Libro	Algebraic Topology	A. Hatcher	Cambridge Univ. Press	2001

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

8	Libro	Algebraic topology: an introduction, Graduate texts in Math.,	W. Massey	Ser. Vol. 56 Springer-Verlag, New York	1977
9	Libro	Homology theories	J. Vick	Academic Press, New York	1973
10	Libro	Knots and Links	D. Rolfsen	American Mathematical Society	2003
11	Libro	Counterexamples in topology	Steen, Lynn Arthur; Seebach, J. Arthur, Jr	Reprint of the second (1978) edition. Dover Publications, Inc., Mineola, NY	1995

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Ordinary differential equations	V. Arnold	Universitext. Springer-Verlag, Berlin	2006
2	Libro	Ordinary differential equations with applications. Texts in Applied Mathematics	C. Chicone	Springer, New York,	2006
3	Libro	Differential equations, dynamical systems, and linear algebra. Pure and Applied Mathematics, Vol. 60.	M. Hirsch y S. Smale	Academic Press, New York-London	1974
4	Libro	Lectures on ordinary differential equations	W. Hurewicz	Dover Publi-cations, Inc., New York	1990

Teoría de la Medida

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	The elements of integration and Lebesgue Measure.	R. G. Bartle	J. Wiley & Sons New	1995

				York	
2	Libro	Measure Theory	D. L. Cohn	2nd ed; Birkhäuser	2013
3	Libro	Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications	G. B. Folland	J. Wiley & Sons, New York	2007
4	Libro	Real analysis	H. Royden	McMillan Pub. Co., New York	1968
5	Libro	Real and complex analysis	W. Rudin	Tercera Edición. McGraw-Hill, Boston	1987
6	Libro	Measure and Integral	R. L. Wheeden, A. Zygmund	Marcel Dekker, New York	1977

Variable Compleja I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Complex analysis. An introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. International Series in Pure and Applied Mathematics.	L. Ahlfors	McGraw-Hill Book Co., New York	1978
2	Libro	Analytic function theory. Volumen II. Introductions to Higher Mathematics	E. Hille	Ginn and Co., Boston, Mass.-New York-Toronto, Ont.	1962
3	Libro	Complex Analysis, Graduate Texts in Mathematics 103	S. Lang	Springer-Verlag, New York	1993
4	Libro	Theory of complex functions. Graduate Texts in Mathematics, 122. Readings in Mathematics.	R. Remmert	Springer-Verlag, New York	1991
5	Libro	Complex analysis. Princeton Lectures in Analy-sis	E. Stein R. Shakarchi	Princeton University Press, Princeton, NJ	2003

Álgebra II

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

Álgebra Conmutativa

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Commutative algebra with a view toward algebraic geometry. Graduate Texts in Mathematics, 150	Eisenbud	Springer-Verlag, New York.	1995
2	Libro	A Singular introduction to commutative algebra. Second, extended edition.	Greuel; Pfister.	Springer, Berlin.	2008
3	Lecture note	Commutative Algebra I (Math 614)	Hochster.		2017
4	Libro	Introduction to commutative algebra. Addison-Wesley Series in Mathematics.	Atiyah; Macdonald	Westview Press, Boulder, CO.	2016

Jalisco S/N, Col. Valenciana CP: 36023, Guanajuato, Gto., México, Tel.: + 52 473 732 7155 · www.cimat.mx

Análisis Armónico

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Lectures on integral transforms	N. I. Akhiezer	Translations of Mathematical Monographs Vo. 70, AMS	1988
2	Libro	Interpolation of operators and singular integrals	C. Sadosky	Marcel Dekker	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

Análisis Funcional I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introducción al análisis funcional	J. A. Canavati	Fondo de Cultura Económica; Ed. 1	1998
2	Libro	A course in functional analysis	J. B. Conway	Springer-Verlag New York	1985
3	Libro	Introducción al análisis funcional y a la geometría de espacios de Banach	H. Fetter B. Gamboa	Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V.	2013
4	Libro	Functional analysis	Peter D. Lax	Wiley-Interscience	2002
5	Libro	Functional analysis, volume I	M. Reed B. Simon	Academic Press	1980
6	Libro	Functional analysis	W. Rudin	Editorial Reverté, S. A.	2002

Análisis Funcional II

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Functional analysis	G. Bachman 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 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 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

Análisis Funcional Aplicado

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Applied functional analysis	J. P. Aubin	Wiley-Interscience, New York	1979
2	Libro	Análisis funcional	H. Brez is, , ,	Libros. Alianza Universidad, Madrid.	1984
3	Libro	Functional analysis and numerical methods	L. Collatz	Academic Press, London-New York	1966
4	Libro	Functional analysis in modern applied mathematics	R. F. Curtain 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	Pergamon Press,	1964

			G. P. Akilov trad. por D. E. Brown	MacMillan, New York	
7	Libro	Elements of the theory of functional analysis, Vol. I	A. N. Kolmogorov S.V. Formin	Graylock Press, Rochester, N.Y.	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 G. J. Fix	Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ	1973

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Geometrical methods in the Theory of Ordinary Differential Equations, 2nd 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

Ecuaciones Diferenciales Parciales

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Partial Differential Equations	L.C. Evans	AMS; Providence	1998
2	Libro	Elliptic Partial Differential Equations of Second Order; 2nd, ed.	D. Gilbarg N. S. Trudinger	Springer-Verlag; Berlin	1983
3	Libro	Partial Differential Equations, 4th ed.	F. John	Springer-Verlag, New York	1986

Geometría Algebraica I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to commutative algebra	M. Atiyah 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 D. Pedoe	Cambridge University Press, Cambridge	1994
5	Libro	Introduction to algebraic geometry	J. Semple L. Roth	Oxford University Press, Oxford	1994

Geometría Algebraica II

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to commutative algebra	M. Atiyah MacDonald	Addison-Wesley, New York	1969
2	Libro	Schemes: The language of	D. Eisenbud	Wadsworth	1992

		modern algebraic geometry	J. Harris	and Brooks, New York	
3	Libro	Topologie algebrique et theorie de faisceaux	R. Godement	Hermann, Paris	1964
4	Libro	Elements de geometrie algebrique, Vols. 8, 11, 17, 20, 24, 28, 31	A. Grothendieck J. Dieudonné	Publications Mathematiques de l'IHES, Paris	1964
5	Libro	Algebraic geometry	R. Hartshorne	Springer-Verlag, New York	1977
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

Geometría Diferencial I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
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 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 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	M. Spivak	Publish or	1970

		to differential geometry Vol. I		Perish, Berkeley	
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

Geometría Diferencial II

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
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 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 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

Geometría Riemanniana

TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO

1	Libro	Riemannian geometry	M. do Carmo	Birkhäuser	1992
2	Libro	Riemannian geometry and geometric analysis	J. Jost	Springer-Verlag Berlin Heidelberg	2011
3	Libro	Semi-Riemannian geometry	B. O'Neill	Academic Press	1983
4	Libro	Riemannian geometry	P. Petersen	Springer-Verlag New York	2006

Sistemas Dinámicos I

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Introduction to the modern theory of dynamical systems	A. Katok B. Hasselblatt	Cambridge University Press	1995
2	Libro	A first course in dynamics	B. Hasselblatt A. Katok	Cambridge University Press	2003
3	Libro	Introduction to dynamical systems	M. Brin G. Stuck	Cambridge University Press	2015
4	Libro	Dynamical systems. Stability, symbolic dynamics, and chaos	C. Robinson	CRC Press	1999
5	Libro	Geometric theory of dynamical systems. An introduction	J. Palis Jr. W. de Melo	Springer-Verlag	1982

Sistemas Dinámicos II

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

4	Libro	Geometrical theory of dynamical systems	J. Palis W. de Mello	Springer-Verlag	1982
5	Libro	Global stability of dynamical systems	M. Shub	Springer-Verlag	1987

Superficies de Riemann

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Riemann Surfaces (Graduate Text in Mathematics) (71)	M. Farkas I. Kra	Springer-Verlag	1991
2	Libro	Lectures on Riemann surfaces (Graduate Text in Mathematics) (81)	O. Forster	Springer-Verlag	1980
3	Libro	Lectures on Riemann surfaces	R.C. Gunning	Princeton Mathematical Notes	1966
4	Libro	Algebraic curves and Riemann surfaces (Graduate Studies in Mathematics) (5)	R. Miranda	American Mathematics Soc.	1995
5	Libro	Riemann surfaces (Oxford Graduate Text in Mathematics) (22)	Simon Donaldson	Oxford University Press	2011

Topología II

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Algebraic topology	A. Hatcher	Cambridge University Press	2001
2	Libro	Elements of algebraic topology	J. R. Munkres	CRC Press	1993

Topología Diferencial

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Differential topology	V. Guillemin A. Pollack	American Mathematical Society	2010

2	Libro	Topology from differentiable viewpoint	Milnor	Princeton University Press	1997
3	Libro	Topología diferencial	E. Antoniano S. Gitler	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	1979
4	Libro	Teoría do índice	D. Lima J. C. de Souza	Instituto de Matemática Pura e Aplicada	2010
5	Libro	Introdução à topologia diferencial	E. Lima	Instituto de Matemática Pura e Aplicada	1999
6	Libro	Differential topology	Hirsch	Springer-Verlag New York	1976
7	Libro	Introducción a la topología diferencial	T. Bröcker K. Jänich	Editorial AC	1977
8	Libro	Differential manifolds	A. Kosinski	Academic Press, Boston	1993

Variable Compleja II

	TIPO	TITULO	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	E. Hille	Ginn and 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