Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Carrera de Matemática

PLAN ACADÉMICO 2017

Licenciatura en Matemática

Magíster Scientiarum en Matemática

Aprobado por Resolución HCU 041/2017

La Paz–Bolivia

2017

Preparado por: Dr. Porfirio Suñagua S.
Revisado por: Lic. Mario Paz ballivian
Msc. Ernesto Cupé Clemente
Honorable Consejo de Carrera
(Comisión: Desarrollo Curricular)

AGRADECIMIENTOS

En las Jornadas Académicas realizadas desde la gestión 2014, se ha analizado y evaluado el desarrollo del Plan 2007, la misma que dado lugar a una nueva reformulación con el objetivo de consolidar el nivel de Maestría en Matemática como grado terminal de la Carrera. Para este efecto, la Dirección de la Carrera ha organizado una comisión para preparar el Documento de acuerdo a la nueva filosofía aprobada en la Asamblea Docente Estudiantil en I/2015, que básicamente establece cambio de la filosofía del plan de estudios para los primeros cuatro semestres y ratifica la Licenciatura en cuatro años, mas dos años para la Maestría conforme a las últimas políticas adoptadas por el HCU en II/2004.

Por lo que se tiene especial agradecimiento a toda la comunidad de la Carrera, en especial al Director de Carrera Lic. Zenón Condori Gonzales, a la Presidenta de las Jornadas Académicas Msc. Miriam Mallea Morales, y todos los docentes y estudiantes que fueron directos participantes para trabajar en este documento.

La redacción corresponde al Dr. Porfirio Suñagua Salgado y la revisión a los miembros del HCC de Matemática. El diseño de las materias fue aporte de los docentes: Dr. Porfirio Suñagua, Lic. Mario Paz, Msc. Marcelo Machicao, Msc. Ernesto Cupé, Lic. Oscar Bobarin, c.Dr. Javier Guachalla, Lic. Raúl Borda Vega, Msc. Charlie Lozano, Dr. Hans Nina Hooper, Dr. Ramiro Lafuente, Dr. Jimmy Santamaria, Lic. Evaristo Mamani Carlo, Lic. Ramiro Choque, Msc. Luis Tordoya Lazo y el Msc. Santiago Conde Cruz.

Enero 2017
Msc. Miriam Mallea Morales
Directora a.i. Carrera de Matemática

A **Los Profesores y Estudiantes de la Carrera de Matemática**

Índice general

1. Antecedentes **1**
1.1. Datos Generales de la Carrera . . . 1
1.2. Objetivos de la Carrera . . . 2
1.3. Caracterización de la Carrera de Matemática . . . 2
1.4. Organigrama Funcional de la Carrera de Matemática . . . 4

2. Justificación del Rediseño **14**
2.1. Marco de las Políticas Universitarias . . . 14
2.2. Marco de Políticas Nacionales . . . 15
2.3. Estudio de Demanda Pre-Universitaria y Mercado Profesional . . . 18
2.4. Contextualización de la Oferta Curricular . . . 35
2.5. Modalidades de Graduación . . . 40

3. Aspectos Académicos de la Licenciatura en Matemática **43**
3.1. Fundamentos Curriculares . . . 43
3.2. Diagnóstico del Avance y Aplicación del Modelo Vigente . . . 52
3.3. Modelo del Curriculo Propuesto . . . 57
3.4. Principios del Modelo . . . 60
3.5. Admisión a la Carrera . . . 63
3.6. Visión y Misión de la Carrera de Matemática . . . 64
3.7. Líneas Estratégicas . . . 65
3.8. Objetivo general del rediseño . . . 67
3.9. Objetivos Específicos . . . 68
3.10. Objetivos generales del Plan de Estudios . . . 70
3.11. Objetivos Específicos del Plan . . . 71
3.12. Estructura de las Asignaturas . . . 71
3.13. Organización de las Asignaturas por Áreas . . . 75
3.14. Áreas de Orientación Aplicada . . . 79
3.15. Estructura de la Malla Curricular . . . 81
3.16. Duración de la Carrera de Licenciatura en Matemática . . . 85
3.17. Malla Curricular . . . 85
3.18. Perfil Profesional . . . 91
3.19. Sistema de Evaluación de las Materias . . . 91
3.20. Sistema de Titulación . . . 92

Programa de Asignaturas **95**

4. Competencias del Programa de Licenciatura **95**
4.1. Competencias Generales . . . 95
4.2. Competencias del Ciclo Básico . . . 95
4.3. Competencias del Ciclo Intermedio y de Orientación de Matemática . . . 96
4.4. Competencias del Ciclo Intermedio y de Orientación de Matemática Aplicada . . . 97

5. Ciclo Básico **98**
5.1. Primer Semestre . . . 100
5.2. Segundo Semestre . . . 111
5.3. Tercer Semestre . . . 121
5.4. Cuarto Semestre . . . 131

6. Ciclo Intermedio **139**
6.1. Quinto Semestre . . . 140
6.2. Sexto Semestre . . . 146

7. Ciclo de Orientación **150**
7.1. Séptimo Semestre . . . 152
7.2. Octavo Semestre . . . 156

8. Materias Electivas *A* **158**
8.1. Materias electivas de nivel intermedio . . . 160

9. Materias Electivas *B* **225**
9.1. Materias electivas de nivel avanzado . . . 227

10. Organización del Proceso Curricular **303**
10.1. Número de semanas lectivas por año . . . 303
10.2. Número de horas lectivas por semana . . . 303
10.3. Total de horas planificadas . . . 303
10.4. Carga de horas académicas . . . 303
10.5. Carga horaria en actividades de investigación, laborales y efectivas . . . 304
10.6. Sistema de Créditos: Homogenización con otras Universidades . . . 304
10.7. Número de alumnos por clases teóricas y prácticas . . . 304
10.8. Instrumentos de Seguimiento y Evaluación del Plan y de la Postformación . . . 305

11. Infraestructura y Equipamiento **308**
11.1. Aulas para sesiones teóricas y prácticas . . . 308
11.2. Tecnología Audiovisual . . . 309
11.3. Laboratorio de Computación . . . 309
11.4. Biblioteca Especializada de Matemática . . . 310
11.5. Salas de Computación y computadores estacionales y portátiles . . . 311
11.6. Ambientes administrativas y sala de docentes . . . 312
11.7. Infraestructura sanitaria para el personal . . . 313
11.8. Software Especializado . . . 313

12. Material Bibliográfico **315**
12.1. Textos . . . 315
12.2. Suscripción a revistas científicas . . . 315
12.3. Internet: Sistema de Red y Wi-Fi . . . 316

13. Medios Didácticos **317**
13.1. Equipos de Proyección . . . 317
13.2. Material Multimedia . . . 317
13.3. Computadoras en Red . . . 318
13.4. Software . . . 318

14. Disposiciones de Ejecución **320**
14.1. Reglamentos Internos . . . 320
14.2. Convalidación de Materias . . . 320
14.3. Alumnos de otras Carreras . . . 321
14.4. Tabla de Convalidaciones . . . 321
14.5. Cuadro de homologación de carga horaria docente . . . 322
14.6. Resolución Universitaria HCU 041/2017 . . . 322

15. Aspectos Académicos de la Maestría en Matemática **325**
15.1. Introducción . . . 325
15.2. Antecedentes históricos . . . 325
15.3. Fundamentos Curriculares . . . 326
15.4. Diagnóstico el modelo vigente . . . 326
15.5. Justificación . . . 326
15.6. Modelo del Curriculo . . . 327
15.7. Admisión a la Maestría . . . 328
15.8. Objetivo General de Rediseño . . . 328
15.9. Objetivos específicos de la Maestría Terminal . . . 328
15.10 Estructura de las asignaturas . . . 329
15.11 Duración de la Maestría . . . 329
15.12 Malla Curricular de la Maestría en Matemática . . . 329
15.13 Perfil del Postulante . . . 331
15.14 Perfil Profesional . . . 331
15.15 Admisión de docentes . . . 331
15.16 Régimen docente . . . 332
15.17 Régimen Estudiantil . . . 332
15.18 Aspecto académico-administrativo y financiero . . . 333
15.19 Sistema de Evaluación . . . 333
15.20 Sistema de Titulación . . . 333

16. Programa de Asignaturas de la Maestría **337**
16.1. Materias Obligatorias . . . 337
16.2. Materias Electivas . . . 350

17. Organización del Proceso Curricular de la Maestría **395**
17.1. Número de semanas lectivas por año . . . 395
17.2. Número de horas lectivas por semana . . . 395
17.3. Total de horas planificadas . . . 395
17.4. Carga de horas académicas . . . 395
17.5. Carga horaria en actividades de investigación, laborales y efectivas . . . 396
17.6. Sistema de Créditos: Homogenización con otras Universidades . . . 396
17.7. Número de alumnos por clases teóricas y prácticas . . . 396
17.8. Instrumentos de Seguimiento y Evaluación del Plan y de la Postformación . . . 396

18. Infraestructura y Equipamiento **397**
18.1. Aulas para sesiones teóricas y prácticas . . . 397
18.2. Tecnología Audiovisual . . . 397
18.3. Laboratorio de Computación . . . 398
18.4. Biblioteca Especializada de Matemática . . . 398

A. Materias de Servicio **399**
A.1. Servicio a Sociología . . . 401
A.2. Servicio a FCPN . . . 403

Índice de figuras

1.1. Organigrama de la Carrera de Matemática 4
1.2. Estructura organizacional de la Carrera de Matemática 5
1.3. Organización Funcional de la Carrera de Matemática 6

2.1. Municipio de La Paz 20
2.2. Variables Generales 25
2.3. Promedio anual en la materia de matemática 25
2.4. Relación al listado de afirmaciones 26
2.5. Para fortalecer su aprendizaje de la matemática, señale el grado de importancia de las actividades que realiza 26
2.6. Al iniciar una carrera en la universidad de su elección, indique, cuál de los siguientes aspectos deberán ser considerados 27
2.7. Cuál de las siguientes opciones influye para iniciar una carrera universitaria 27
2.8. Cuál de los siguientes motivos influirán para no iniciar una carrera universitaria . 28
2.9. Según el test vocacional o su inclinación para un área de estudio, Cuál de las siguientes es de su elección 28
2.10. ¿En cuál de las siguientes casas de estudios superiores iniciara su pregrado? 29
2.11. La FCPN ofrece las siguientes carreras, ¿Cuál de las siguientes opciones elegiría estudiar? 29
2.12. Conocimiento sobre la carrera de matemática, en que universidades del país existe 30
2.13. Cuál de las siguientes opciones describe a un Matemático 30
2.14. Características de un profesional en Matemática 30
2.15. Grado de importancia con el que un matemático desarrolla su actividad 31
2.16. Como considera a la disciplina de la Matemática 32
2.17. Conceptos de Matemática Aplicada 32
2.18. Porque realizar estudios en Licenciatura en Matemática Aplicada 33
2.19. Qué es lo puede ser atractivo de la Licenciatura en Matemática Aplicada 33
2.20. Demanda de la Licenciatura ofertada 33

3.1. Malla Curricular de Licenciatura en Matemática 86

5.1. Gráfica de funciones 98

6.1. Superficie restricta 139

7.1. Función Cóncava 150

8.1. Superficie suave 158

9.1. Semiesfera 225

10.1. Criterio de conversión créditos a horas en UNICAMP 304
10.2. Tipos de evaluación curricular 306

11.1. Algunas aulas de Matemática 309
11.2. Recursos audiovisuales 310
11.3. Laboratorio de Matemática 310
11.4. Biblioteca de Matemática 311
11.5. Biblioteca virtual de Matemática 311
11.6. Sala de computación 312
11.7. Dirección, Secretaria, Kardex y Postgrado 312
11.8. Sanitario de Matemática 313
11.9. Software de Matemática 314

12.1. Libros de la Biblioteca de Matemática 315
12.2. Revista Central de Matemática 316
12.3. Router Wi-Fi de la UMSA en Matemática 316

13.1. Equipos de proyección del LabMat 317
13.2. Material interactivo 318
13.3. Equipos de proyección del LabMat 318
13.4. Software de Matemática 319
13.5. Software propietario 319

16.1. Superficie Diferenciable 337
16.2. Datos aleatorios 350

A.1. Punto Silla 399

Índice de tablas

1.1. Carreras de FCPN 4

2.1. Resumen del Proceso Profesional 39

3.1. Puntos de vista sobre la Teoría del Curriculum 48
3.2. Indicadores de Control para el Programa de Matemática Pura y Aplicada 68
3.3. Indicadores de Formación Profesional 69
3.4. Indicadores de Servicio de Apoyo 70
3.5. Ciclos Académicos 82
3.6. Áreas de Estudio 82
3.7. Materias Electivas A 83
3.8. Materias Electivas B 84
3.9. Distribución de Horas del Plan 2017 87
3.10. Total Horas Académicas del Plan 2017 87
3.11. Plan de Estudios de Licenciatura en Matemática 88
3.12. Materias Electivas 89

10.1. Distribución de alumnos promedio por materia 305

11.1. Aulas exclusivas de la Carrera de Matemática 308

14.1. Tabla de Convalidación del Plan 2007 al Plan 2017 321

15.1. Pensum de Maestría en Matemática 330
15.2. Materias Electivas 330

18.1. Aulas exclusivas de la Carrera de Matemática 397

Capítulo 1

Antecedentes

1.1. Datos Generales de la Carrera

La Carrera de Matemática es una Unidad Académica de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la UMSA fundada el 28 de marzo de 1967, cuya función principal es formar profesionales de grado y postgrado en Matemática Pura y Aplicada, en el marco de las políticas institucionales de una Universidad Pública que tiene la misión ineludible de desarrollar las ciencias básicas como parte de una política del Estado.

Actualmente, la Carrera de Matemática cuenta con aproximadamente 450 estudiantes matriculados y 20 docentes entre académicos e investigadores que cumplen la función de la docencia de materias de especialidad y de servicio de matemáticas básicas para las otras Carreras de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Las actividades de Investigación e Interacción Social se desarrollan en el marco del Instituto de Investigación Matemática donde los docentes investigadores desarrollan teorías matemáticas y sus aplicaciones cuyos resultados se reportan en los anuarios del Instituto y los trabajos con resultados originales se publican en Revistas Científicas nacionales o internacionales de Matemática.

La Carrera de Matemática, desde su creación, ofrece la Licenciatura en Matemática en la modalidad semestral. Hasta el Plan 2002, la licenciatura tenia una duración de diez semestres. Sin embargo desde el Plan 2007, el pre-grado se modificó para ocho semestres con el fin de que todos los estudiantes puedan ingresar al grado terminal de Maestría en Matemática en cuatro semestres adicionales.

Desde su creación la Carrera de Matemática ha funcionado en los ambientes del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, donde funcionan todas las oficinas administrativas así como las aulas de clases tanto para materias de especialidad como para las materias de servicio de matemáticas básicas. Aunque la Facultad tiene un predio en Cota-Cota, la Carrera cuenta con un reducido ambiente el el Primer piso del Edificio de la Facultad donde funciona el Instituto de Investigación Matemática y eventualmente en algunos semestres, a falta de aulas de clases, algunas materias se desarrollan en el único ambiente que se utiliza como sala de seminarios del Instituto.

1.2. Objetivos de la Carrera

La Carrera de Matemática desde su fundación ha pasado por diferentes etapas institucionales, en los años 60 y 70 el Departamento de Matemática básicamente desarrollaba materias de servicio de matemáticas para las otras Carreras de la Universidad, dándole poco apoyo a los estudiantes matriculados en la Licenciatura es Matemática. Sin embargo, en los años 80, conforme ya se tenían los primeros docentes de formación matemática, se replantearon los objetivos de la Carrera de Matemática a fin de que los estudiantes de la Carrera de Matemática sean sean de prioridad en su formación académica antes que las materias de servicio. Recientemente y en el marco de recomendaciones generadas en políticas académicas facultativas tendientes a actualizar los programas de estudio de las diferentes Carreras, a partir de Jornadas Académicas realizadas en el segundo semestre de 2014, luego refrendadas en Asamblea Docente-Estudiantil a fines de 2015, se definieron con mayor precisión y cobertura los objetivos de la Carrera de Matemática. Por tanto, los objetivos de la Carrera son:

1. Formar Profesionales de Grado y de Postgrado en Matemática Pura y Aplicada con nivel contrastable de conocimientos en las áreas de Algebra, Análisis, Geometría, Topología y la Matemática Aplicada en el desarrollo de Modelos Matemáticos en Ciencias Básicas, Tecnología y Ciencias Sociales.

2. Formar Profesionales Matemáticos competitivos, con valores, capaces de dar solución a problemas matemáticos relativos a la realidad en sus diferentes contextos; sustentados en la investigación científica mediante la inclusión de los graduados matemáticos en ámbitos Empresariales y de Educación Matemática en Bolivia.

3. Generar conocimientos mediante la Investigación en Matemática Pura y Aplicada en el marco de las políticas del Instituto de Investigación Matemática donde los docentes y estudiantes investigadores trabajan en torno a un proyecto de investigación aprobado en las instancias correspondientes cuyos resultados de muestran en distintos eventos nacionales o internacionales y los conocimiento originales se publican en diversas revistas científicas.

4. Desarrollar actividades de Interacción Social que permitan vincular la Universidad con la Sociedad Civil y el Estado, mediante actividades de interés de la comunidad especialmente el el área de la Educación y en el desarrollo de modelos matemáticos para las empresas productivas y de servicios.

5. Apoyar las formación matemática de los estudiantes de otras carreras mediante el desarrollo de las materias básicas en algebra, geometría, cálculos, etc. como materias de servicio de la Carrera de Matemática.

1.3. Caracterización de la Carrera de Matemática

El 25 de mayo de 1966, se crea el Instituto Superior de Ciencias Básicas[1] sobre la base del Instituto de Ciencias Exactas con los departamentos de Física, Química y Matemáticas, mediante Resolución 00/14/66 de Secretaría General del Rectorado de la UMSA. Se designó al Ing. Hugo Mansilla Romero como Coordinador y máxima autoridad del Instituto Superior de

[1]Fuente: Departamento de Planificación Universitaria y Documento del I Congreso Facultativo.

Ciencias Básicas, al Ing. Walter González como Decano interino, al Ing. Hugo Lara Arce como Asesor.

El Departamento de Matemática se crea el 28 de marzo de 1967, como Unidad Académica del Instituto Superior de Ciencias Básicas, para responder a la creciente necesidad de apoyo en matemáticas a otras Carreras, particularmente a las de Ingeniería, de forma estructurada y formalizando la Licenciatura en Matemáticas, como una profesión al servicio del país dentro del Área de Ciencias Básicas.

En 1972, como resultado de la reforma universitaria ejecutada por el CNES[2] se cambió la estructura académica universitaria creándose la Facultad de Ciencias Puras y Naturales sobre la base del Instituto Superior de Ciencias Básicas con los siguientes departamentos: Biología, Física, Geociencias (posteriormente se convirtió en ciencias geológicas en 1984), Matemática y Química. El Ing. Juan Carlos Navajas Mogro fue designado Decano de la Facultad. La Facultad de Ciencias Puras y Naturales al interior de sus departamentos comprendía su vez a las Carreras de Biología, Física, Geología, Química, Matemática, Estadística e Informática, además que, como lo hacía el Instituto Superior de Ciencias Básicas, brindaba servicio a todas las Carreras de la Universidad en las disciplinas correspondientes.

En 1979, como resultado de la vigencia de la Autonomía y del Cogobierno, luego de realizarse reuniones pre sectoriales y sectoriales nacionales, se establecieron algunos cambios académicos que se ejecutaron a partir de 1980; los que, sin embargo, fueron abruptamente suspendidos, dándose lugar a un periodo de receso, donde se retomaron los lineamentos del CNES de 1972. Esta situación genero un desajuste académico resuelto en 1982 con la restitución de la Autonomía Universitaria. Nuevamente, en 1983, se reestructuró académicamente la Facultad eliminando los departamentos y tomando como Unidades Académicas las Carreras, las cuales empiezan a funcionar a partir de esta fecha, de manera independiente tanto académico como administrativamente. Las Carreras científicas se reunieron en una pre sectorial facultativa en 1986, donde se aprobaron una serie de cambios académicos y se propuso el cambio de denominación de la Facultad, por considerarla epistemológicamente inadecuada. El cambio de nombre facultativo se dio el 18 de octubre de 1995: el Honorable Consejo Universitario aprobó la denominación de Facultad de Ciencias Básicas mediante Resolución HCU 195/95. Posteriormente, mediante Resolución HCU 095/97, se retomó la denominación de la Facultad por el de Ciencias Puras y Naturales, de la cual la Carrera de Matemática es parte, siendo la segunda con mayor alumnado dentro de dicha facultad; durante las gestiones 2006 y 2007 el nivel de investigaciones empezaron a tener mayor numero y relevancia, volviéndose a futuro una característica propia de la carrera.

En el año 2000 se genera el Primer Congreso de la Carrera de Matemática donde se aprueba la Creación formal del Instituto de Investigación Matemática, cuya aprobación en el Honorable Consejo Universitario se logra recién a fines año 2001, mediante Res. HCU 272/2001, gracias a las buenas gestiones del Director de Carrera de entonces Mgr. Porfirio Suñagua Salgado.

En lo académico, la Carrera de Matemática a lo largo de su vida académica ha tenido siete Planes de Estudios 1967, 1974, 1976, 1983, 1994, 2002 y 2007. Desde el Plan 1994 la filosofía se ha tenido una énfasis en el replanteo del perfil profesional orientado a que el matemático tenga desde el principio de los semestres un enfoque analítico-conceptual, pese a que los estudiantes del nivel secundario no necesariamente llegan una madurez adecuada para comprender conceptos matemáticos abstractos. A la fecha, se constata el éxito de esta evolución en el desempeño de excelentes docentes formados con grados de Maestría y Doctorado en diferentes universidades.

[2]CNES: Consejo Nacional de Educación Superior

Actualmente, la Carrera de Matemática es una de las seis de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales:

Biología	Informática
Estadística	MATEMÁTICA
Física	Química

Tabla 1.1: Carreras de FCPN

1.4. Organigrama Funcional de la Carrera de Matemática

Los diferentes niveles de gobierno de la Carrera de Matemática, sujetos a responsabilidad funcionaría y civil, tienen al Director de Carrera como máxima autoridad ejecutiva seguido por el Director Académico, el Director del Postgrado y el Director del Instituto de Investigación Matemática (IIMAT), del cual, a su vez, depende el Coordinador de Interacción Social, como se puede apreciar en la Figura 1.1. Sin embargo, en los niveles de decisión se tiene a la Asamblea Docente Estudiantil, como la máxima autoridad; seguido del Honorable Consejo de Carrera (HCC) y del Comité Ejecutivo del HCC.

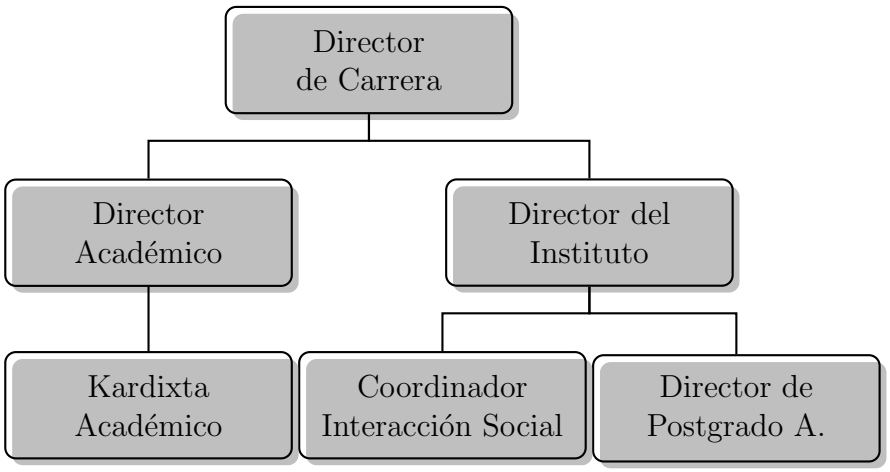

Figura 1.1: Organigrama de la Carrera de Matemática

La jerarquía de las diferentes unidades de la Carrera se muestra en la Figura 1.2, en donde las unidades de apoyo a las direcciones se encuentran dependientes de sus correspondientes jefes de unidades.

La *Dirección de la Carrera de Matemática*, es la oficina central donde se realiza toda la gestión ejecutiva y administrativa, necesaria para el cumplimiento de todas las actividades programadas en el plan operativo anual y en el plan estratégico elaborado.

La *Dirección Académica*, es la encargada de planificar, ejecutar y administrar toda actividad académica en el marco del desarrollo del plan de estudios de la Carrera.

La *Unidad de Kardex*, es la encargada de realizar toda labor administrativa de la Dirección Académica; y, resguarda toda la documentación académica de los estudiantes y graduados de la Carrera.

La *Dirección del Instituto de Investigación Matemática*, es la encargada de planificar, ejecutar y administrar toda actividad de Investigación e Interacción Social de la Carrera. Una de la actividades fundamentales del Instituto son los desarrollos de los proyectos de investigación e interacción social, cuyos resultados se presentan en diversos eventos nacionales e internacionales.

La *Unidad de Postgrado de Matemática*, es la encargada de realizar toda la gestión académica y administrativa de los cursos de postgrado autofinanciados de la Carrera. Su funcionamiento está sujeto al Plan Operativo Anual aprobado por el Honorable Consejo de Carrera.

La *Biblioteca Especializada de Matemática*, es la encargada de prestar servicios de información bibliográfica a todos los docentes y estudiantes de la Carrera, así como al público en general. La comunidad matemática tiene el servicio de préstamo a domicilio, mientras que, el resto de los usuarios pueden hacer consulta bibliográfica en la sala de lectura.

El *Laboratorio de Computación de Matemática*, es la encargada de prestar servicios de computación a todos los docentes y estudiantes de la Carrera; para el cual, el Laboratorio está equipada con computadoras de última generación con acceso a internet.

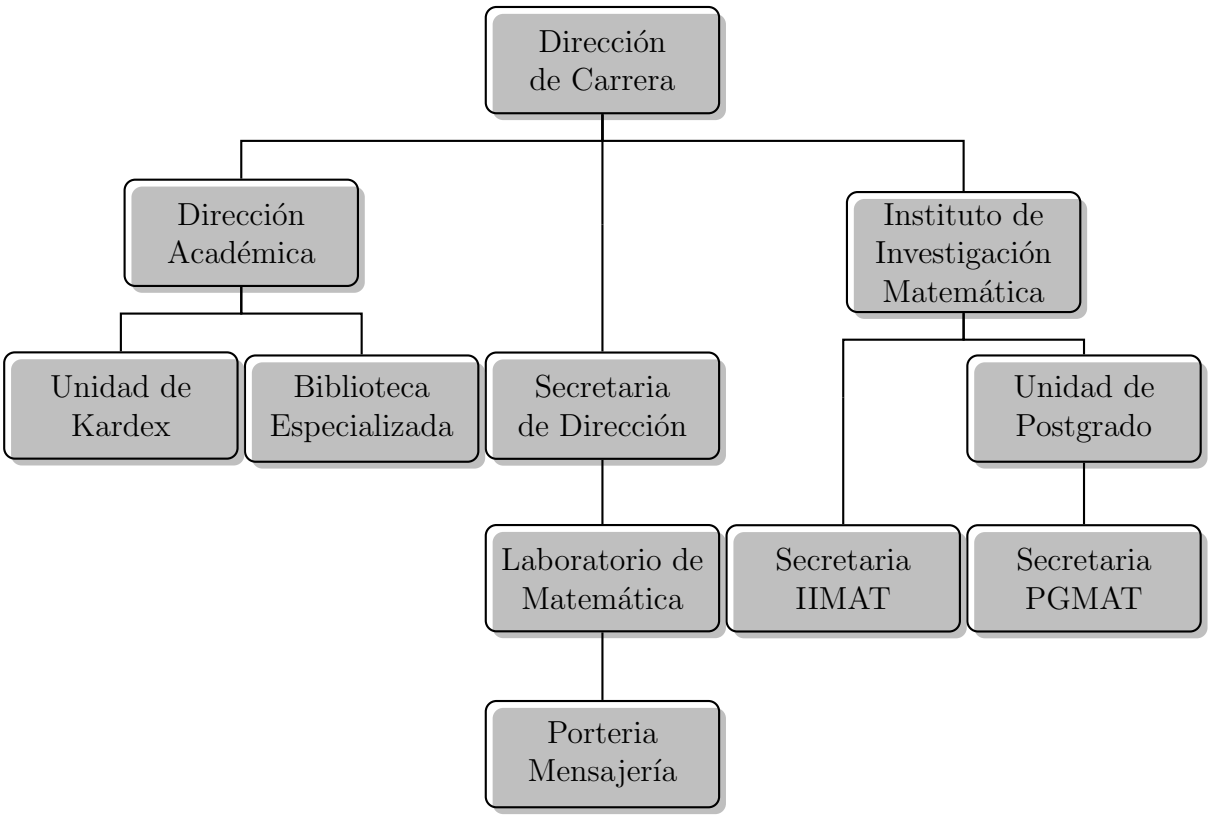

Figura 1.2: Estructura organizacional de la Carrera de Matemática

Las instancias decisionales y ejecutivas que determinan una jerarquía funcional de la Carrera de Matemática se muestra en la Figura 1.3, donde la descripción funcional de cada uno de ellos están en los parágrafos subsiguientes.

Congreso de Matemática: Es la máxima instancia decisional, donde participan todos los docentes y estudiantes de la Carrera, cuya función es discutir y aprobar estatutos, reglamentos y todo tipo de normas de largo alcance. También puede aprobar la creación de nuevas unidades

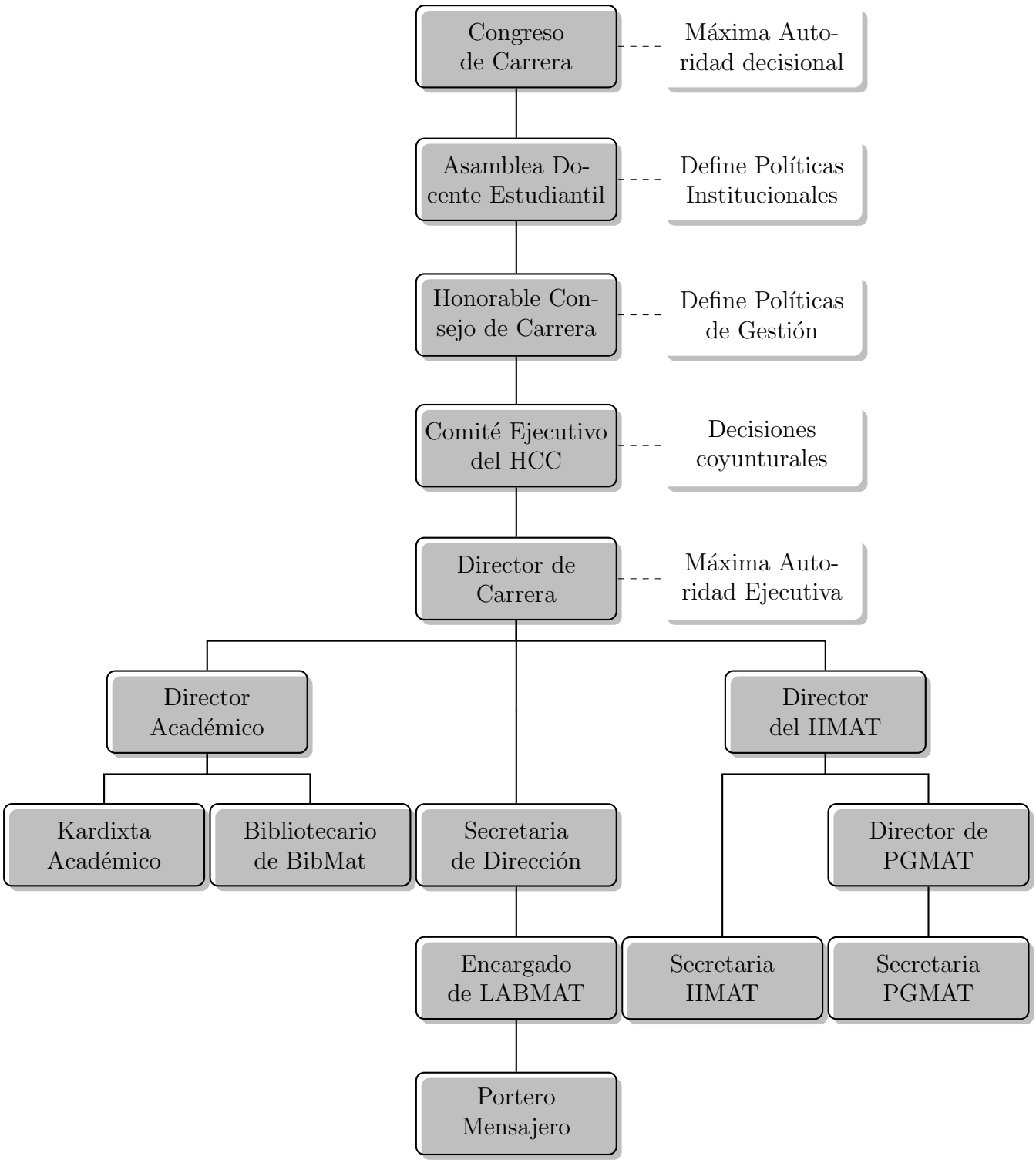

Figura 1.3: Organización Funcional de la Carrera de Matemática

estratégicas para el buen funcionamiento de la Carrera. El Congreso institucional se reúne cada vez que considere necesario tanto el Honorable Consejo de Carrera o una Asamblea General Docente Estudiantil.

Asamblea Docente Estudiantil: La Asamblea Docente Estudiantil (ADE) es una instancia decisional que se reúne por lo menos dos veces al año y su función principal definir políticas de gestión institucional y mientras no haya un Congreso de Matemática aprueba todo tipo de normativas para un buen funcionamiento de la Carrera. En los últimos años, por las propias decisiones de la Asamblea, ésta instancia aprueba todos los Proyectos de Investigación e Interacción Social que se ejecutan todos los años. También en esta instancia se aprueban los diferentes planes de estudios que se discuten en Jornadas Académicas.

Honorable Consejo de Carrera: El Honorable Consejo de Carrera (HCC), que se reúne periódicamente, define las acciones de gestión que debe ejecutar el Director de Carrera. El HCC delibera y aprueba las resoluciones de Carrera, como cuerpo colegiado, se constituye en el órgano legislativo de la Carrera. El Honorable Consejo de Carrera de Matemática está compuesto por tres representantes docentes (incluyendo al Presidente de la Asociación de Docentes de la Carrera), tres representantes estudiantiles (incluyendo al Secretario Ejecutivo del Centro de Estudiantes de Matemática), presidido por el Director de Carrera, que no vota ni dirime. El Honorable Consejo de Carrera puede tomar resoluciones "por carpeta´´ cuando el propio consejo autoriza al Presidente del Consejo.

Comité Ejecutivo del HCC: El Comité Ejecutivo del Honorable Consejo de Carrera, constituido por el Director de Carrera, el Presidente del Centro o Asociación de Docentes y el Secretario Ejecutivo del Centro de Estudiantes (CEM), toma decisiones 'ad referendum' del próximo Consejo de Carrera. Básicamente, su función es tomar decisiones operativas para el funcionamiento de la Carrera en cuanto no haya Sesiones de HCC; especialmente, en situaciones de emergencia.

Director de Carrera: Las principales funciones del Director de Carrera como máxima autoridad ejecutiva son:

- Asumir la representación oficial de la Carrera.
- Dirigir la Carrera conforme a los estatutos internos y en sujeción de los reglamentos universitarios.
- Preparar y ejecutar el Plan Operativo Anual de la Carrera
- Firmar los documentos oficiales de la Carrera
- Ejecutar las determinaciones de la ADE y del HCC
- Ser delegado por derecho ante el HCF y Asamblea de Delegados.
- Velar por el buen funcionamiento de la Carrera y coordinar todas las actividades que en ella se desarrollen.
- Presidir el HCC, la ADE y Congresos de Carrera.
- Ser responsable del manejo presupuestario y de los fondos propios de la Carrera, si los hubiere, debiendo en tal caso, prestar informe periódico al HCC.

Director Académico: El Director Académico es la encargada de dirigir toda actividad académica que se desarrolla todos los semestres. Las principales funciones del Director Académico son:

- Coordinar y programar las actividades referidas al proceso de ejecución del plan de estudios.
- Ejecutar las decisiones de HCC en el ámbito académico.
- Ser miembro del Consejo Académico de la Facultad (CAF)
- Asumir como Director de Carrera a.i. en caso de ausencia del titular
- Ejercer autoridad administrativa sobre el Laboratorio de Computación, y el uso de los ambientes de la Carrera.
- Prestar informe al HCC toda vez que éste lo requiera.
- Coordinar las actividades académicas facultativas compatibilizando las actividades y tareas interrelacionadas con otras carreras.
- Realizar un seguimiento periódico a los graduados de la Carrera, sobre sus actividades profesionales.

Director del Instituto: El Director del Instituto de Investigación Matemática (IIMAT) es la encargada de dirigir toda actividad de Investigación y de Interacción Social en el marco de la normativa del instituto y de los reglamentos universitarios pertinentes. Las principales funciones del Director del IIMAT son:

- Coordinar la ejecución y evaluación de los proyectos de Investigación e Interacción Social, aprobados por la Carrera.
- Elevar informe anual de los Proyectos de Investigación e Interacción Social a la Asamblea General Docente Estudiantil para su posterior consideración.
- Prestar informe al HCC toda vez que este lo requiera.
- Representar a la Carrera en los órganos asesores de carácter científico y de Interacción Social, de la Facultad, de la UMSA y otras Instituciones.
- Presidir el Consejo Técnico del IIMAT.
- Vigilar el cumplimiento del Reglamento Interno.

Director de Postgrado: En la Universidad Mayor de San Andrés los Cursos de Postgrado son autofinanciados economicamente. Sin embargo, en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales existen también los Postgrados Terminales en las especialidades, cuyo director es el propio Director de Carrera. Mientras que los Postgrados autofinanciados tienen coordinadores o directores para una específica administración económica de la colegiatura. En la Carrera de Matemática, habiéndose organizado varias versiones de los cursos de postgrado, el Honorable Consejo de Carrera ha designado un director de postgrado cuyas funciones son:

- Coordinar y administrar todas las actividades referidas a los programas de postgrado según el reglamento de Postgrado
- Proponer programas de postgrado en diferentes líneas de la Matemática Pura y Aplicada conforme a un estudio de proyección.
- Preparar y hacer aprobar en las instancias pertinentes el POA de cada programa desarrollado.
- Ejecutar las decisiones de HCC en el ámbito académico de postgrado.
- Prestar informes al HCC toda vez que éste lo requiera.
- Coordinar las actividades académicas del postgrado con el Vicedecanato de la Facultad.
- Administrar y coordinar las gestiones de los estudiantes del Postgrado, con apoyo del personal especifico contratado por la Unidad de Postgrado.

Secretaria de la Carrera:

Función General: Apoyar con el trabajo secretarial las labores del Director de Carrera y facilitar los trámites administrativos que cursan en la unidad; y, realizar el seguimiento correspondiente. Asumir responsabilidad de la documentación del despacho.

Funciones Específicas:

- Centralizar y canalizar la correspondencia recibida, disponiendo el envío y seguimiento de la misma conforme a normas y procedimientos.
- Redactar y transcribir notas y demás correspondencia canalizada por la unidad.
- Procesar la información de correspondencia y documentos de acuerdo a instrucciones superiores
- Atender a docentes, estudiantes, público y llamadas telefónicas, proporcionando información correcta y oportuna sobre trámites y otros aspectos que conciernen a la unidad.
- Mantener confidencialidad sobre los trabajos que se efectúen en la unidad
- Mantener archivo de correspondencia y documentación procesada por la unidad, conforme a normas y técnicas de archivo.
- Efectuar el control de calidad de toda la documentación procesada en la unidad.
- Realizar las gestiones necesarias para el cumplimiento de resoluciones de Consejo de Carrera u otras instancias superiores, referidas a la provisión de recursos humanos, financieros y materiales.
- Tomar nota en agenda respectiva sobre reuniones y eventos donde participe el Jefe inmediato.
- Participar en las reuniones de Consejo de Carrera tomando notas a objeto de levantar actas.
- Efectuar el manejo y rendición de fondos de Caja Chica conforme a normas vigentes.

- Informar al Jefe inmediato sobre las tareas efectuadas.
- Cumplir otras tareas inherentes y afines al cargo.

Secretaria del IIMAT La secretaria del IIMAT tiene como su Jefe inmediato superior al Director del Instituto.

Función General: Apoyar con el trabajo secretarial las labores del Director del Instituto y facilitar los trámites administrativos que cursan en la unidad; y, realizar el seguimiento correspondiente. Asumir responsabilidad de la documentación del despacho.

Funciones Específicas:

- Centralizar y canalizar la correspondencia recibida, disponiendo el envío y seguimiento de la misma conforme a normas y procedimientos.
- Redactar y transcribir notas y demás correspondencia canalizada por el IIMAT.
- Procesar la información de correspondencia y documentos de acuerdo a instrucciones superiores
- Recepción de los documentos correspondientes a los Proyectos de Investigación e Interacción Social de la Carrera
- Informar la directora del IIMAT, sobre el seguimiento de los Proyectos.
- Preparar y Organizar la realización de Los Coloquios de la Carrera
- Apoyar administrativamente en las inscripciones, registros, refrigerios y emisión de certificados en eventos relacionados con el IIMAT.
- Atender a docentes, estudiantes, público y llamadas telefónicas, proporcionando información correcta y oportuna sobre trámites y otros aspectos que conciernen a el IIMAT.
- Mantener confidencialidad sobre los trabajos que se efectúen en la unidad
- Mantener archivo de correspondencia y documentación procesada por la unidad, conforme a normas y técnicas de archivo.
- Efectuar el control de calidad de toda la documentación procesada en la unidad.
- Realizar las gestiones necesarias para el cumplimiento de resoluciones de Consejo de Carrera u otras instancias superiores, referidas a la provisión de recursos humanos, financieros y materiales.
- Llevar agenda de reuniones y eventos donde participe el Director del IIMAT.
- Informar al Director del IIMAT sobre las tareas efectuadas.
- Cumplir otras tareas inherentes y afines al cargo.

Kardixta Académico El kardixta Académico tiene como Jefe inmediato superior al Director Académico.

Función General: Apoyar a la administración académica en organizar, sistematizar el seguimiento académico, resguardando la documentación, garantizando con eficiencia y confiabilidad el manejo de la información generada por la Unidad y el postgrado. Asumir responsabilidad de la documentación registrada.

Funciones Específicas:

- Coordinar tareas y actividades con la Dirección Académica, Dirección de Carrera y la Coordinación de Postgrado Terminal, a fin de facilitar la gestión académica.
- Planificar, organizar y llevar el archivo de la unidad, para documentar los trámites estudiantiles. Mantener control y custodia para su preservación.
- Aplicar las normas del reglamento en todos sus capítulos y artículos.
- inscribir a estudiantes regulares de la Carrera de acuerdo al calendario Universitario y al Facultativo.
- Imprimir tablas de estudiantes matriculados e inscritos por siglas, materias y gestión para la elaboración de informes y nóminas para entrega a cada docente, por materia asignada.
- Elaborar circulares para docentes como recordatorio para entrega oportuna de actas de calificación.
- Controlar los files de estudiantes que tengan documentos válidos, completos y actualizados.
- Verificar que los certificados de calificación coincidan con las actas originales entregadas por el docente.
- Elaborar cuadros estadísticos de estudiantes matriculados, inscritos, aprobados, reprobados y abandonos en coordinación con los sistemas informáticos JIWASANA Y SIGAF.
- Emitir de nómina de estudiantes sobresalientes en coordinación con el sistema SIGAF y la Dirección de Carrera para generar la clasificación de mejores estudiantes de cada gestión que conforman tribunales de exámenes y para un posible reconocimiento en instancias universitarias.
- Actualizar y sistematizar la información de actas de notas en coordinación con el sistema SIGAF.
- Registrar los documentos que ingresan para el seguimiento académico en casos de egreso, Titulación y llenado de formularios de traspaso, Carrera Paralela, Devolución de Documentos, Reinscripciones, Anulación de Traspaso, Admisión especial y Solicitud de Defensa.
- Identificar y firmar fotocopia de matrícula, previa verificación en el expediente para su legalización en la División de Gestiones, Admisiones y Registros.

- Elaborar, a requerimiento de juez o fiscal, respuesta pertinente en 48 horas según la ley del Ministerio Público.
- Informar de incumplimiento de pre-requisito de los estudiantes para su consideración en Consejo de Carrera.
- Elaborar informes de convalidación de materias mediante sistema SIGAF, previa revisión de Dirección Académica, para consideración del Director de Carrera.
- Elaborar informes para la emisión de certificados de conclusión de Estudios (Sistema DIGITALDOC) en coordinación con dirección Académica.
- Realizar informes para la extensión de Títulos Académicos (Sistema DIGITALDO).
- Etiquetar apellidos, nombres, año de ingreso, año de egreso y año de titulación en pestañas de los files para su identificación a modo de coadyuvar en el seguimiento académico de los documentos de estudiantes.
- Emitir memoranda de designación a COORDINADORES DE MATERIA a docentes que prestan servicios a diferentes carreras de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.
- Compaginar y foliar actas, revisar paralelos, sigla, materia, calificación, nombre del docente y gestión para su posterior empaste.
- Atender a los estudiantes, docentes y público en general con el respeto que se merece.
- Informar al jefe inmediato sobre las tareas efectuadas.
- Cumplir con otras tareas inherentes y afines al cargo.

Bibliotecario

Función General: Administrar el servicio de la Biblioteca Especializada de la Carrera.

Funciones Específicas:

- Planificar y gestionar la adquisición, proceso, conservación y difusión de los recursos bibliográficos y documentación que forman parte del patrimonio de la Carrera, en función a las necesidades de los usuarios.
- Garantizar el conocimiento y uso por la comunidad de la Carrera de tales recursos y de los servicios ofrecidos.
- Facilitar a la comunidad de la Carrera el acceso a los recursos de información existentes en otras bibliotecas y centros de documentación
- Orientar a los usuarios de la Biblioteca en la localización de otras fuentes de información y en el uso de los recursos disponibles a través de las redes de telecomunicaciones.
- Participar en programas, proyectos y convenios que tengan como finalidad la mejora de los servicios.

- Facilitar a la Comunidad de la Carrera el uso de Equipos Portátiles (Laptops y Data show) pertenecientes a la Carrera de Matemática.

Portero Mensajero:

Función General: Cumplir con las tareas asignadas por los superiores, relacionadas al cuidado y limpieza de oficinas, aulas y otros, así como labores de mensajería.

Funciones Específicas:

- Efectuar el aseo y limpieza de oficinas y otras áreas que le fueron asignadas por instrucción superior.
- Recibir y registrar la correspondencia y otros documentos que ingresan a la Carrera de Matemática.
- Distribuir la Correspondencia y otros documentos de acuerdo a instrucciones del Jefe inmediato.
- Colaborar en labores de archivo de documentos
- Atender y orientar al público proporcionando información sencilla.
- Custodiar y vigilar las puertas de acceso a los ambientes y áreas bajo su cargo.
- Realizar mandados de diversa índole concernientes a las actividades de la Carrera.
- Colaborar eventualmente en labores de auxiliar de oficina.
- Colaborar en el seguimiento de ingreso y salida de trámites.
- Colaborar en la atención de llamadas telefónicas, según las necesidades de la Carrera.
- Abrir y cerrar puertas de acceso de ambientes a su cargo; responsabilizarse por la custodia de las llaves.
- Colaborar con el traslado de muebles, equipos y otros enseres.
- Colaborar con la atención de servicio de té o refrigerio durante la realización de sesiones, reuniones y otros eventos.
- Informar al jefe inmediato sobre las labores realizadas.
- Cumplir otras tareas inherentes y afines al cargo.

Capítulo 2

Justificación del Rediseño

2.1. Marco de las Políticas Universitarias

El estatuto Orgánico de la UMSA establece los lineamientos para organizar y planificar de forma adecuada los diferentes aspectos de la Universidad; los puntos más relevantes son los artículos que resaltan el Carácter Científico, los Objetivos y la Interacción con la Sociedad Civil El marco en el cual se maneja la carrera está sujeto principalmente en tres Artículos del estatuto orgánico de la UMSA:

Artículo 10: Carácter Científico La UMSA es científica porque crea conocimiento y utiliza los adelantos de la ciencia y la tecnología, que ha alcanzado la humanidad, adecuándolos a la realidad nacional y regional, por encima de toda concepción dogmática o metafísica, y buscando la ligazón de la teoría con la práctica, con claro sentido dialéctico y transformador, desarrollando sin restricciones todas las esferas del conocimiento en sus diversos niveles y aplicaciones.

Artículo 13: Fines y objetivos principales de la UMSA

- Formar profesionales idóneos que deberán responder a las necesidades de la transformación y el desarrollo nacional y regional.
- Desarrollar y difundir la ciencia, la tecnología y la cultura en general
- Orientar, realizar y promover la investigación en todos los campos del conocimiento
- Defender, rescatar y desarrollar los valores de las culturas
- Desarrollar el proceso académico que integra la teoría y la práctica
- Fortalecer el sistema de la educación integrándose con las demás universidades
- Fortalecer vínculos con las Universidades del exterior.
- Defender y desarrollar el carácter democrático
- Promover que todos los instrumentos de comunicación social y difusión cultural y científica se articulen dentro los lineamientos de un desarrollo integral y armónico de la Región

Artículo 14: Interacción con la sociedad I.- La UMSA contribuye a la defensa, protección y fomento de los bienes culturales y científicos, uso racional de los recursos naturales - humanos y a la defensa de los derechos y libertades fundamentales de nuestro pueblo. II.- La UMSA se integra a la sociedad a través de planes y programas y se compromete con el desarrollo socio-económico del país III.- La UMSA contribuye a que los obreros, campesinos y capas medias urbanas asuman la

necesidad histórica de una transformación revolucionaria de las estructuras sociales y económicas IV.- La UMSA debe orientar la actividad científica y cultural en relación con las necesidades de las masas trabajadoras V.- La UMSA debe promover la participación efectiva de los trabajadores de la Región en las actividades académicas, hacia la satisfacción de las necesidades básicas e históricas de los trabajadores.

En el Marco de los fines y objetivos de la Universidad, plasmado en el Artículo 10 presentado anteriormente, la UMSA ha aprobado el funcionamiento de la Licenciatura en Matemática desde el año 1967 y el HCU el Grado Terminal de Maestría en Matemática con carácter fiscal y gratuito, en el marco del proceso de desarrollo de las Ciencias Básicas, con el apoyo del Estado en sujeción a los Artículos 91, 92, 93, 95 y 103 de la Constitución de Política del Estado Plurinacional de Bolivia. En este sentido, una Universidad Pública, como la UMSA, debe seguir apoyando decididamente el desarrollo de la Matemática tanto en la formación de nuevos profesionales como en la investigación en Matemática pura y aplicada; para lo cual, la UMSA debería implementar cursos de postgrado en la especialidad de Matemática a nivel de Maestría y Doctorado con carácter fiscal y gratuito, como se desarrollan los curso de pre-grado; pues, solamente las universidades públicas -que no tienen fines de lucro- pueden desarrollar disciplinas científicas y humanísticas;aunque la Matemática contribuye significativamente al desarrollo de las empresas productivas y de servicio tanto públicas como privadas.

2.2. Marco de Políticas Nacionales

2.2.1. Marco Legal

Artículos pertinentes de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (CPE) para el desarrollo de la Matemática en Bolivia.

SECCIÓN II EDUCACIÓN SUPERIOR

Artículo 91.

I. La educación superior desarrolla procesos de formación profesional, de generación y divulgación de conocimientos orientados al desarrollo integral de la sociedad, para lo cual tomará en cuenta los conocimientos universales y los saberes colectivos de las naciones y pueblos indígena originario campesinos.

II. La educación superior es intracultural, intercultural y plurilingüe, y tiene por misión la formación integral de recursos humanos con alta calificación y competencia profesional; desarrollar procesos de investigación científica para resolver problemas de la base productiva y de su entorno social; promover políticas de extensión e interacción social para fortalecer la diversidad científica, cultural y lingüística; participar junto a su pueblo en todos los procesos de liberación social, para construir una sociedad con mayor equidad y justicia social.

III. La educación superior está conformada por las universidades, las escuelas superiores de formación docente, y los institutos técnicos, tecnológicos y artísticos, fiscales y privados.

Artículo 92.

I. Las universidades públicas son autónomas e iguales en jerarquía. La autonomía consiste en la libre administración de sus recursos; el nombramiento de sus autoridades, su personal docente y administrativo; la elaboración y aprobación de sus estatutos, planes de estudio y presupuestos anuales; y la aceptación de legados y donaciones, así como la celebración de contratos, para realizar sus fines y sostener y perfeccionar sus institutos y facultades. Las universidades públicas podrán negociar empréstitos con garantía de sus bienes y recursos, previa aprobación legislativa.

II. Las universidades públicas constituirán, en ejercicio de su autonomía, la Universidad Boliviana, que coordinará y programará sus fines y funciones mediante un organismo central, de acuerdo con un plan de desarrollo universitario.

III. Las universidades públicas estarán autorizadas para extender diplomas académicos y títulos profesionales con validez en todo el Estado.

Artículo 93.

I. Las universidades públicas serán obligatoria y suficientemente subvencionadas por el Estado, independientemente de sus recursos departamentales, municipales y propios, creados o por crearse.

II. Las universidades públicas, en el marco de sus estatutos, establecerán los mecanismos de participación social de carácter consultivo, de coordinación y asesoramiento.

III. Las universidades públicas establecerán mecanismos de rendición de cuentas y transparencia en el uso de sus recursos, a través de la presentación de estados financieros a la Asamblea Plurinacional Legislativa, a la Contraloría General y al Órgano Ejecutivo.

IV. Las universidades públicas, en el marco de sus estatutos, establecerán programas de desconcentración académica y de interculturalidad, de acuerdo a las necesidades del Estado y de las naciones y pueblos indígena originario campesinos.

V. El Estado, en coordinación con las universidades públicas, promoverá en áreas rurales la creación y el funcionamiento de universidades e institutos comunitarios pluriculturales, asegurando la participación social. La apertura y funcionamiento de dichas universidades responderá a las necesidades del fortalecimiento productivo de la región, en función de sus potencialidades.

Artículo 95.

I. Las universidades deberán crear y sostener centros interculturales de formación y capacitación técnica y cultural, de acceso libre al pueblo, en concordancia con los principios y fines del sistema educativo.

II. Las universidades deberán implementar programas para la recuperación, preservación, desarrollo, aprendizaje y divulgación de las diferentes lenguas de las naciones y pueblos indígena originario campesinos.

III. Las universidades promoverán centros de generación de unidades productivas, en coordinación con las iniciativas productivas comunitarias, públicas y privadas.

SECCIÓN IV CIENCIA, TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN

Artículo 103.

I. El Estado garantizará el desarrollo de la ciencia y la investigación científica, técnica y tecnológica en beneficio del interés general. Se destinarán los recursos necesarios y se creará el sistema estatal de ciencia y tecnología.

II. El Estado asumirá como política la implementación de estrategias para incorporar el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías de información y comunicación.

III. El Estado, las universidades, las empresas productivas y de servicio públicas y privadas, y las naciones y pueblos indígena originario campesinos, desarrollarán y coordinarán procesos de investigación, innovación, promoción, divulgación, aplicación y transferencia de ciencia y tecnología para fortalecer la base productiva e impulsar el desarrollo integral de la sociedad, de acuerdo con la ley.

2.2.2. Políticas Nacionales

Según el Artículo 91 de la CPE, el Estado Boliviano define que la educación superior debe desarrollar procesos de formación profesional con generación y divulgación de conocimientos orientados al desarrollo integral de la sociedad. Como la Matemática es base universal para el desarrollo de todas las ciencias, es una Política del Estado apoyar el desarrollo de las Matemáticas en el marco de la Autonomía Universitaria garantizada por el Artículo 92 de la CPE.

En el paragrafo II del Artículo 91, el Estado Plurinacional de Bolivia encomienda a las instituciones de educación superior la alta formación de recursos humanos capaces de desarrollar investigación científica para resolver problemas de base productiva y de su entorno social. Como la matemática es base fundamental para el desarrollo de los modelos matemáticos y es una herramienta básica para el análisis cuantitativo de datos, es una política del Estado formar profesionales matemáticos altamente calificados de grado y postgrado con competencias en Educación Matemática, desarrollo de la investigación en la propia Matemática y en la Matemática Aplicada a fin de contribuir de manera significativa el proceso productivo mediante la investigación científica en nuestro medio.

La autonomía universitaria, reconocida por el Artículo 92 de la CPE, garantiza la elaboración y aprobación de planes de estudios en todas las áreas del conocimiento humano. Por tanto, la UMSA como una Universidad Pública debe dar el apoyo necesario para el desarrollo de los planes de estudios para la formación de profesionales matemáticos, tanto de nivel de grado como de postgrado. Más aún, según el Artículo 93 de la CPE, el Estado subvenciona el soporte económico necesario para la formación de profesionales. Como las universidades privadas no contemplan la formación de profesionales en disciplinas científicas, es una responsabilidad ineludible que las universidades públicas faciliten el desarrollo de los planes de estudios que implemente la Carrera de Matemática en la UMSA.

En cumplimiento del Artículo 95 de la CPE, la Carrera de Matemática realiza la actividad de investigación en el marco del Instituto de Investigación Matemática, para el cual la Carrera necesita incorporar a su planta docente, profesionales matemáticos con alta formación con niveles de postgrado en Matemática pura y aplicada. Por tanto, una Universidad pública debe dar el apoyo necesario para la formación de profesionales matemáticos en Bolivia.

Según el Artículo 103 de la CPE, es política de Estado garantizar el desarrollo de la ciencia y tecnología mediante la investigación científica y técnica en beneficio del interés social. Siendo la Matemática una herramienta transversal y básica para el desarrollo de todas las ciencias, es necesario que Bolivia contribuya el desarrollo de las matemáticas mediante la formación de profesionales no solamente a nivel de Licenciatura sino también el los niveles de Postgrado, pues los Matemáticos de nivel doctoral son los que aportan más a la generación de conocimientos en Matemática Pura y Aplicada.

2.3. Estudio de Demanda Pre-Universitaria y Mercado Profesional

El estudio consta de dos partes, una focalizada en el segmento de potenciales estudiantes de la Carrera y otra orientada al mercado laboral boliviano, en particular al mercado laboral de profesionales y técnicos en el país. Es decir, la primera parte trata de la demanda por la Carrera de Matemática pura o aplicada y la segunda trata del mercado profesional para matemáticos puros o aplicados.

2.3.1. Estudio de Demanda Pre-Universitaria por la Carrera de Matemática

En el presente capitulo, se describe el tipo de intervención, el tipo de investigación, la determinación del universo, la muestra y los métodos de investigación e instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de la presente propuesta para implementar un programa de Matemática Aplicada y para complementar la Matemática pura en la Carrera de Matemática de la Universidad Mayor de San Andrés.

Tipo de Intervención

El tipo de intervención que se opera en el presente trabajo es el de Diagnóstico y Propuesta, mediante la identificación de problemas en el diagnóstico se presenta la solución mediante una propuesta. Una metodología a seguir está basada en el Sampieri *et al* [18].

Universo o población de estudio

Una parte importante del diseño de una investigación es la selección de la población o universo del cual se extrae la información que se analiza posteriormente, este proceso depende de los objetivos marcados y puede realizarse de diferentes formas. “Es el total del conjunto de elementos u objetos de los cuales se quiere obtener información. Aquí el termino población tiene un significado mucho más amplio que el usual ya que puede referirse a personas, cosas, actos, áreas geográficas e incluso el tiempo”. Para ello, en el presente trabajo se definió como universo a los estudiantes de 6to. de secundaria de los colegios públicos, privados y de convenio del Municipio de La Paz.

El universo para nuestro tema de estudio es de 14.880 estudiantes matriculados en la gestión 2015 pertenecientes al grado de sexto de secundaria de los colegios del Municipio de La Paz.

Determinación del Tamaño y Diseño de la Muestra

En la investigación científica, el tamaño de la muestra debe estimarse siguiendo los criterios que ofrece la estadística. El método de muestreo utilizado para estimar el tamaño de una muestra depende del tipo de investigación que desea realizarse para desarrollar el estudio.

Para esta investigación se realiza un muestreo probabilístico donde cada uno de los elementos del universo tiene una probabilidad determinada y conocida de ser seleccionado para aparecer en la muestra. Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula para universos finitos, propuesta por Berenson y Levine [6], considerando

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)e^2 + z^2pq}$$

donde

n	Tamaño de la muestra
N	Población de 14.880 estudiantes de sexto de secundaria
p	Probabilidad de éxito $50\,\% = 0{,}5$
q	Probabilidad de fracaso $1 - 0{,}5 = 0{,}5$
z	Nivel de confianza 1,96
e	Error permitido 0,05

Reemplazando los datos, tenemos

$$n = \frac{(1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)(14880)}{14879(0{,}05)^2 + (1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)} = \frac{14{,}290,75}{38,16} = 374,49$$

Lo cual da una muestra de 375 estudiantes del sexto de secundaria del municipio de La Paz.

Elección de los sujetos de estudio

El nuevo sistema educativo regido por la Ley Abelino Siñani, presenta un plan que comprende dos ciclos:

- La Educación Primaria Comunitaria Vocacional que comprende seis cursos, de Primero a Sexto de primaria.
- La Educación Secundaria Comunitaria Productiva, que abarca los restantes seis cursos, que corresponden de Primero a Sexto de Secundaria.

En consecuencia y de acuerdo con las anteriores consideraciones, la muestra está constituida de la siguiente manera: Estudiantes que cursan 6to de secundaria, se presentan como sujetos de estudio de la investigación.

Elección de Centros Educativos para el Estudio

Los centros educativos fueron seleccionados de manera aleatoria, esto debido a que la Universidad Mayor de San Andrés acoge estudiantes de diferentes partes del Municipio de La Paz e inclusive a nivel nacional, esto se debe al prestigio que presenta dentro lo que refiere a la educación superior. Se seleccionaron colegios de los 7 Macrodistritos del Municipio de La Paz entre los cuales están:

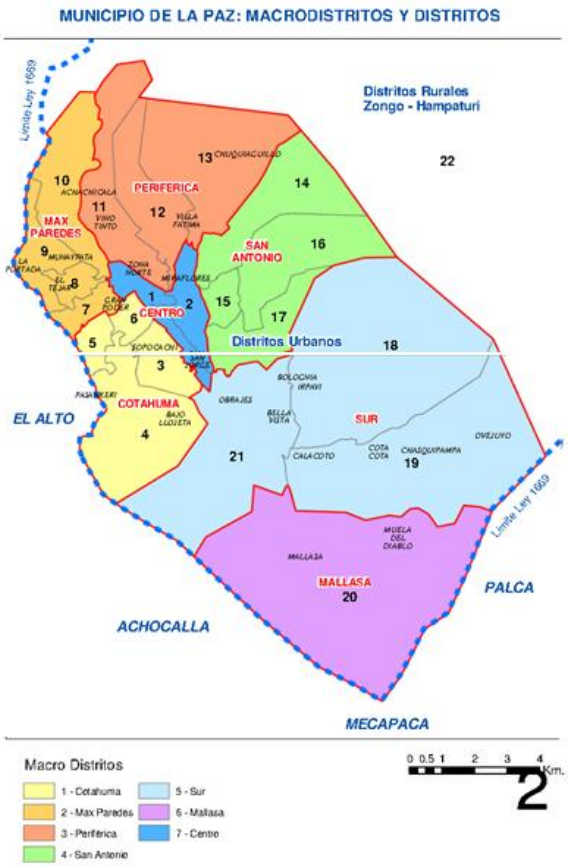

Figura 2.1: Municipio de La Paz

1. Damián de Veuster
2. San Andrés
3. La Salle
4. Domingo Savio
5. Simón Bolívar
6. Republica del Perú
7. Republica de Colombia
8. Agustín Aspiazu
9. Claudio Sanjinés
10. Gualberto Villarroel
11. Adela Zamudio
12. Liceo La Paz
13. Nuestra Señora de Itati
14. Venezuela
15. San Simón de Ayacucho
16. Manuel Vicente Ballivián
17. José de San Martin
18. Don Bosco
19. Sagrados Corazones
20. Anglo Americano
21. Bautista Canadiense
22. Boliviano Israelita
23. Fray Bernardino de Cárdenas
24. San Francisco de la Tercera Orden
25. Instituto de Educación Bancaria
26. Fuerzas Armadas de la Nación

Selección de métodos y técnicas

El método utilizado en el presente trabajo es el método científico, es el conjunto de procesos racionales y precisos que nos conducen hacia el descubrimiento de nuevos conocimientos y la explicación de relación causa – efecto de los hechos o fenómenos, identificando clara y concretamente un problema sugiriendo soluciones, comprobando si estas soluciones son o no verdaderas,

Lexin Arandia [4].

Los métodos aplicados en la presente investigación de acuerdo al Método Científico son: Método Deductivo, Método Inductivo, Método Exploratorio, Método Descriptivo, Sampieri *et al* [18].

Métodos de la investigación

Método Inductivo: es una forma de razonamiento que va de los hechos concretos y particulares para llegar a establecer principios generales, también es definido como el proceso por el cual a partir de situaciones de carácter particular se llega a conclusiones de tipo general. Con referencia al método inductivo se realizó un estudio que permita establecer las necesidades respecto a un contenido curricular del nuevo Programa en Matemática Aplicada.

Método Deductivo: es aquella manera de razonamiento que va de los hechos generales conocidos a los hechos con principios particulares y desconocidos. Se hizo un análisis a los estudiantes que cursan el último año de los colegios públicos, privados y de convenio del Municipio de La Paz, sobre la percepción que tienen de continuar una carrera universitaria, específicamente para el establecimiento de un Programa en Matemática Aplicada.

Investigación Exploratoria: El objetivo de una Investigación Exploratoria es examinar o explorar el tema o problema de investigación, en este caso será acerca de la Implementación de un Programa de Matemática Aplicada en la Carrera de Matemática, un tema poco estudiado. Por lo tanto, nos permite identificar conceptos o variables promisorias, e incluso identificar relaciones potenciales entre ellas.

Investigación Descriptiva: sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno y sus componentes. Nos permite detallar el fenómeno que se está estudiando, básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos. Estos estudios describen la frecuencia y las características más importantes de un problema. Para hacer estudios descriptivos hay que tener en cuenta dos elementos fundamentales: Muestra e Instrumento

Tipos de Investigación

Investigación Documental - Bibliográfica Esta investigación tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos libros y publicaciones, las mismas que nos proporcionan información valiosa en el desarrollo de la propuesta del Plan Estratégico para la implementación de un programa de Matemática Aplicada en la Carrera de Matemática de la U.M.S.A. De esta manera, se busca contar con toda la información relevante pertinente al tema que se va a desarrollar, pues se considera la investigación de un determinado problema, como el propósito de ampliar, profundizar y analizar su conocimiento. El estudio se basó en la utilización de fuentes primarias en el caso de documentos y secundarias en el caso de libros, revistas, bases jurídicas, administrativas, reglamentos, diarios oficiales, actas de reuniones, circulares, oficios, internet y todos aquellos que contengan información relevante para el estudio con sus diferentes fuentes bibliográficas. Este tipo de investigación tiene un ámbito determinado, su originalidad se refleja en el manejo de documentos y libros que permitan conocer,

comparar y deducir los diferentes enfoques, criterios y conceptualizaciones, análisis, conclusiones, recomendaciones de los diferentes autores y de la institución en estudio, con el propósito de ampliar el conocimiento y dar soluciones óptimas al problema.

Investigación de Campo La investigación de campo es el estudio sistemático de problemas en el lugar en que se producen los acontecimientos, con el propósito de descubrir, explicar causas y efectos, entender su naturaleza e implicaciones, establecer los factores que lo motivan y permiten predecir su ocurrencia. En la modalidad de investigación de campo, se utilizan generalmente las técnicas de investigación como encuestas, entrevistas, entre las esenciales, sin descartar aquellas técnicas que permiten afianzar las posibilidades de mejoramiento de la información para el objeto en estudio. La técnica de la encuesta es adecuada para la obtención de resultados en el presente trabajo de investigación. Al momento de ponerla en práctica se pudo evidenciar lo siguiente:

- El proceso de indagación se realizó en el lapso de tres semanas.
- La ubicación del sujeto de estudio presentó algunos inconvenientes, debido a que las unidades educativas no permitían realizar la encuesta sin la autorización de la dirección del establecimiento.
- Por lo descrito, se realizaron cartas que nos permitieran el acceso y desarrollo de las encuestas. Una vez obtenido el permiso se coordinó fecha y hora para la aplicación de la encuesta.

Técnicas de Investigación

Las técnicas de investigación son una herramienta de la investigación; un conjunto de procedimientos básicos, operativos, metódicos y coherentes que procuran la obtención, análisis e interpretación de datos e información tanto primaria como secundaria de manera eficiente para el desarrollo de la investigación.Por medio de las técnicas, se podrá alcanzar los objetivos de estudio ya que tienen una aplicación directa en la investigación.

Entre las técnicas de investigación para realizar en este trabajo se tiene: Técnica de encuesta: mediante la realización y el uso de un cuestionario, se logra información con la que se obtendrá respuestas y opiniones relativas al tema que se está investigando. Para ello, se utiliza la siguiente representación:

Instrumentos de relevamiento de información

Los instrumentos de relevamiento de información es la encuesta. El cuestionario empleado se compone de preguntas cerradas que consisten en diferentes opciones donde se utiliza la Escala de Likert [1], este tipo de preguntas nos ayudara a obtener respuestas más concretas. Las fuentes de información se clasifican en:

- Fuentes primarias: las fuentes de información primaria son aquellas que contienen información nueva u original; se accede a ellas a través de entrevistas, encuestas, talleres y observación directa.
- Fuente secundaria: Las fuentes secundarias son textos basados en fuentes primarias, implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación. Para la recolección de los datos obtenidos se utilizó fuentes secundarias: Internet, libros, artículos, documentación del INE, tesis.

Procesamiento de Datos

Es la técnica que consiste en recolectar datos primarios de entrada, que son evaluados y ordenados con el propósito de obtener información de utilidad para ser analizada por el usuario final; y, de esta manera, tener una base para la toma de decisiones.

También podemos definir el procesamiento de datos como un conjunto de técnicas manuales, electrónicas o mecánicas utilizadas para manipular datos para uso humano o de máquina.

La información se procesó en función de los instrumentos y técnicas utilizadas en la investigación, en orden al Plan Estratégico para la Implementación de un programa de Matemática Aplicada en la Carrera de Matemática de la U.M.S.A. Terminada esta etapa, se procede a la tabulación de la información en función de cada uno de los ítemes, se elaboran tablas de distribución de cada ítemes considerando los diferentes elementos de la muestra y categorías, las mismas que se realizaron a 375 personas. Con los datos de las tablas estadísticas, se tabularon los datos en gráficas de forma circular apiladas, según porcentajes, con programas Microsoft Excel y SPSS por las características de la información, puesto que nos permiten establecer, determinar y analizar los resultados por medio de la representación gráfica, de esta manera se tabula cada pregunta relacionando los diferentes aspectos de la investigación.

Con el uso de SPSS, se puede diseñar cualquiera de las tres escalas no comparativas: Likert, diferencial semántico o Stapel. Además, es posible adaptar fácilmente las escalas de reactivos múltiples. Puede utilizarse la biblioteca de preguntas o diseñarse una escala personalizada. Por lo expuesto, podemos concluir que el procesamiento de datos es cualquier ordenación o tratamiento de datos; o, mediante el empleo de un sistema.

Información Sistematizada

Para determinar un estudio situacional de la formación terciaria con un Programa de Matemática Aplicada, se realizó un estudio situacional de la demanda en la formación terciaria. Para esto, se hizo encuestas a estudiantes de 6to de secundaria de colegios públicos, privados y de convenio del Municipio de La Paz, fueron encuestados de manera personal en las unidades educativas. Para mejor información, la encuesta fue realizada a 384 estudiantes, dato obtenido con el uso de la fórmula de la muestra.

La encuesta tiene una división de seis partes.

- La primera parte contiene los datos generales de los estudiantes, como: género, edad y colegio de procedencia.

- La segunda parte contiene los antecedentes académicos; contiene tres preguntas: la primera, el promedio anual en matemática, en la segunda existe un listado de temas de matemática; y, en la tercera, existe un listado de actividades relacionadas con la matemática en el que cada estudiante califica según su parecer.

- En la tercera parte, se encuentra los datos sobre la profesión a estudiar; en ésta, existen tres cuestionarios para seleccionar de un listado, el primero: ¿Qué aspectos deberían ser considerados para iniciar una carrera universitaria?; el segundo ¿qué aspectos influyen para elegir una carrera universitaria?; y, el tercero, ¿qué motivos influirían para no hacerlo?

- En la cuarta parte, se puede encontrar los datos sobre la universidad y carrera a postular. Existen cuatro cuestionarios cada uno de ellos de selección múltiple. El primero es su inclinación

por un área o disciplina de estudio de pregrado, el segundo ¿En qué casa de estudios superiores iniciara su pregrado?, el tercero muestra un listado de las carreras que ofrece la FCPN, de las cuales debe indicar cuál es de su interés y la cuarta indaga si tiene conocimiento sobre la Carrera de Matemática y que universidades del país la tienen en su oferta académica.

- La quinta parte contiene datos sobre la percepción de un matemático. En esta parte, existen tres cuestionarios uno de ellos de selección múltiple y los otros dos utilizan la escala de Likert. La primera pregunta consiste en señalar cuál de las opciones corresponde al perfil de un matemático; la segunda debe señalar cuales son las características de un profesional en matemática utilizando la escala:

  1. De acuerdo
  2. Indiferente
  3. En desacuerdo

  De igual forma en la tercera interrogante debe señalar el grado de importancia de la actividad que desarrolla un matemático.

- La sexta parte contiene datos sobre el conocimiento de la matemática pura y la matemática aplicada, en ésta, existen cinco cuestionarios cada uno de ellos con elección múltiple. El primero: cómo considera usted a la matemática; el segundo: cuál de los siguientes conceptos define como matemática aplicada; el tercero: por qué estaría usted interesado en realizar estudios de licenciatura en matemática aplicada; el cuarto: qué es para usted atractivo de la licenciatura en matemática aplicada;y,la quinta: si estaría interesado en realizar estudios de Licenciatura en Matemática Aplicada?. Esta pregunta nos dará una pauta para la creación del Programa de Matemática Aplicada, conociendo si futuros bachilleres estarían interesados en cursar el programa.

Resultados de la Investigación

A continuación se muestra los resultados de la encuesta realizada

Datos Generales De acuerdo a los resultados obtenidos, en la Figura 2.2 se muestra que un 48 % tienen 17 años de edad y el 28 % tiene 16 años y un 20 % 18 años de edad, por otro lado se puede observar que un 62 % de los encuestados son mujeres y un 38 % varones.

Antecedentes Académicos En la Figura 2.3 se observa que el 35 % de los estudiantes tiene un promedio anual de 71-80 en la materia de matemática y el 29 % un promedio de 51-60 puntos.

Con relación al listado de afirmaciones de las encuestas, en la Figura 2.4, se evidencia que un 69 % está de acuerdo con que “los temas que aprendo en las clases de matemática ayudan en la vida cotidiana”. Y, un 70 % está de acuerdo con que “los alumnos pueden entender los temas de matemática si están bien explicados”. El 52 % está de acuerdo con que “las clases de matemática logran aumentar mi gusto por los estudios si son transmitidos rigurosamente”. Y el 58 % está de acuerdo con que “las clases de matemática me ayudan a tener claridad sobre mi profesión”.

En la Figura 2.5, se observa que a un 51 % le parece importante “consultar libros en la biblioteca”, al 44 % le parece importante “usar computadoras”, al 41 % importante “visitar laboratorios o instituciones científicas” y al 45 % “preparar trabajos para ferias y olimpiadas”.

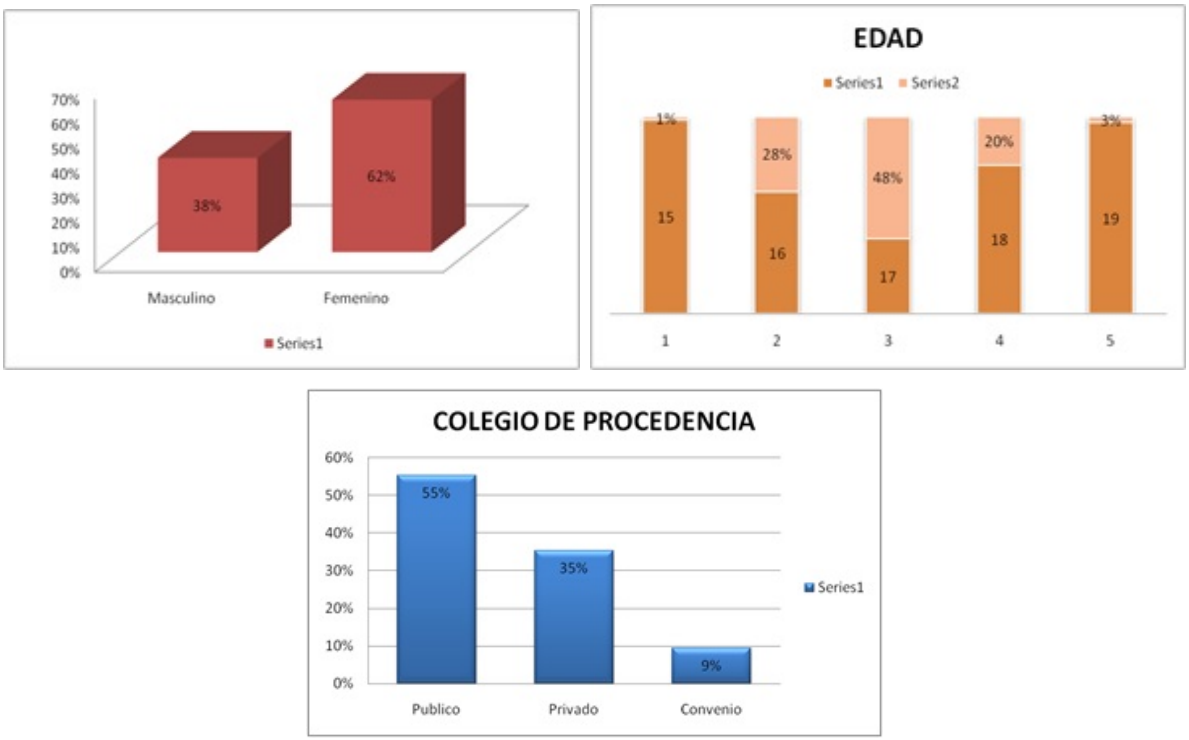

Figura 2.2: Variables Generales

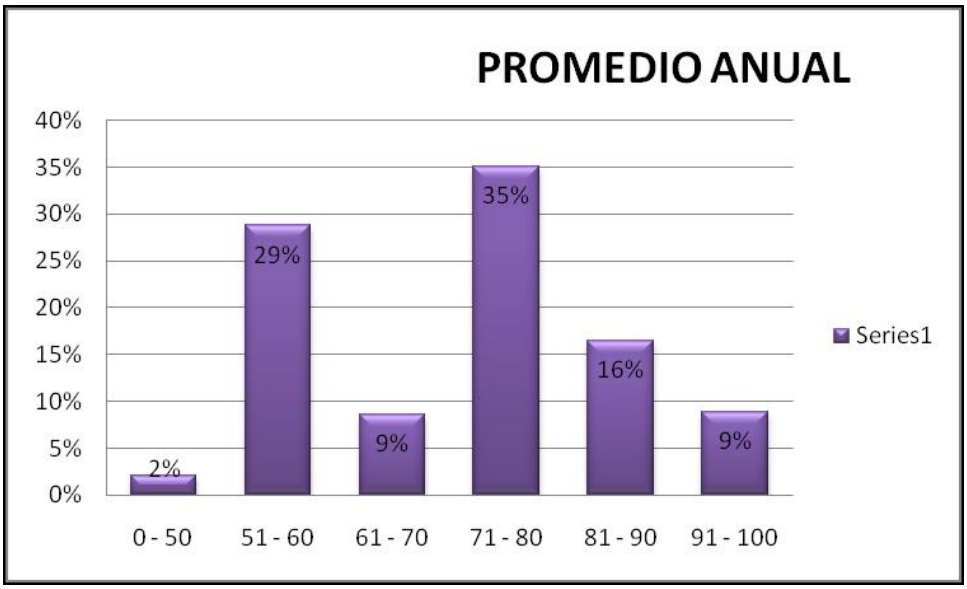

Figura 2.3: Promedio anual en la materia de matemática

Para poder iniciar una carrera universitaria, en la Figura 2.6, se tiene que el 41 % de los estudiantes elegirá una carrera que "le guste", el 16 % por el "rédito económico alto" y el 12 % presenta dos aspectos que son "explotar y explorar mi creatividad" y "que exija esfuerzo".

En la Figura 2.7, los estudiantes opinan que para continuar con una carrera universitaria influye: el 69 % que es una decisión personal y el 12 % quiere estudiar y conocer, el 7 % por el contenido de materias de la carrera a elegir.

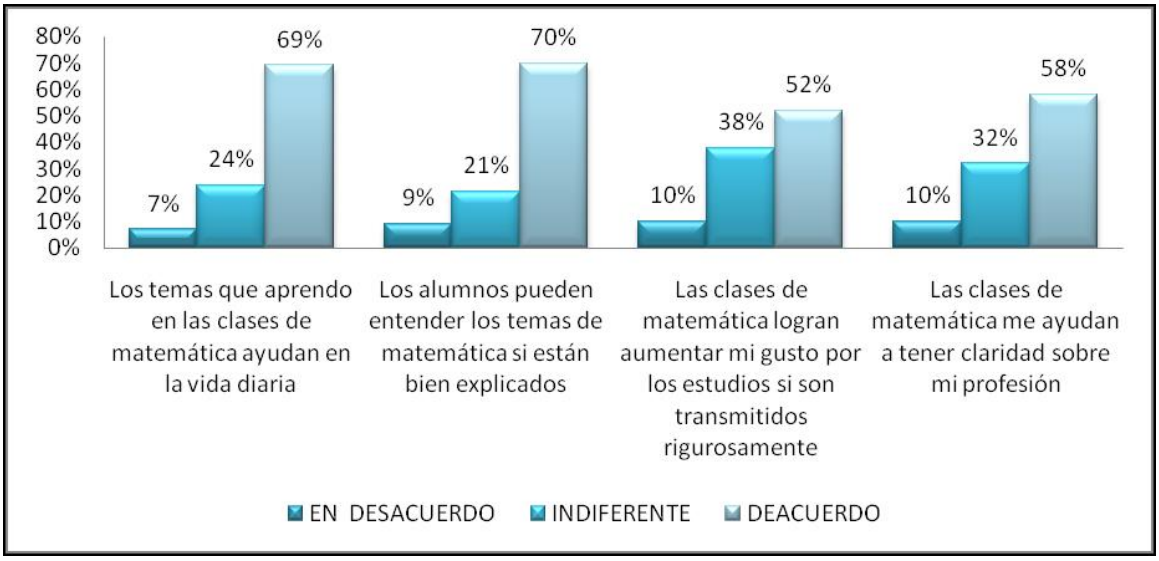

Figura 2.4: Relación al listado de afirmaciones

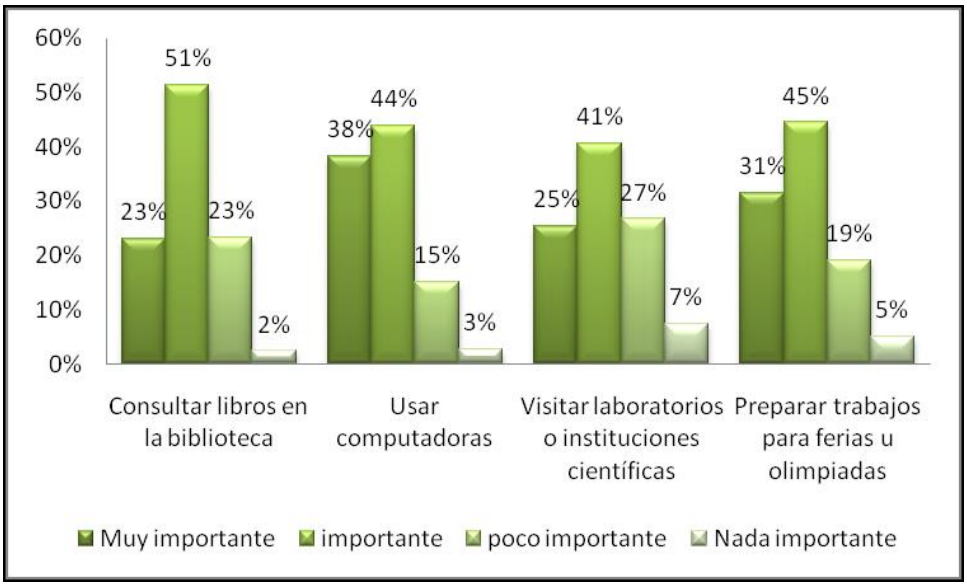

Figura 2.5: Para fortalecer su aprendizaje de la matemática, señale el grado de importancia de las actividades que realiza

En la Figura 2.8, se puede observar que los motivos por los cuales no iniciaría una carrera universitaria: 38 % ninguno, el 28 % no decidí que estudiar y el 17 % por recursos económicos insuficientes.

En la Figura 2.9 se muestra que los estudiantes se inclinan para un área o disciplina de estudio de pregrado en la siguiente proporción: 27 % económico, administrativo y financiero, el 21 % ciencia, tecnología y el 20 % ciencias ecológicas, biológicas y de la salud.

En la Figura 2.10, se puede observar que un 68 % de los estudiantes tiene la intención de estudiar una carrera en una universidad pública, el 20 % en una universidad privada, un 10 % en institutos técnicos.

La Figura 2.11 nos ayuda a conocer el interés que tienen los estudiantes por alguna carrera en

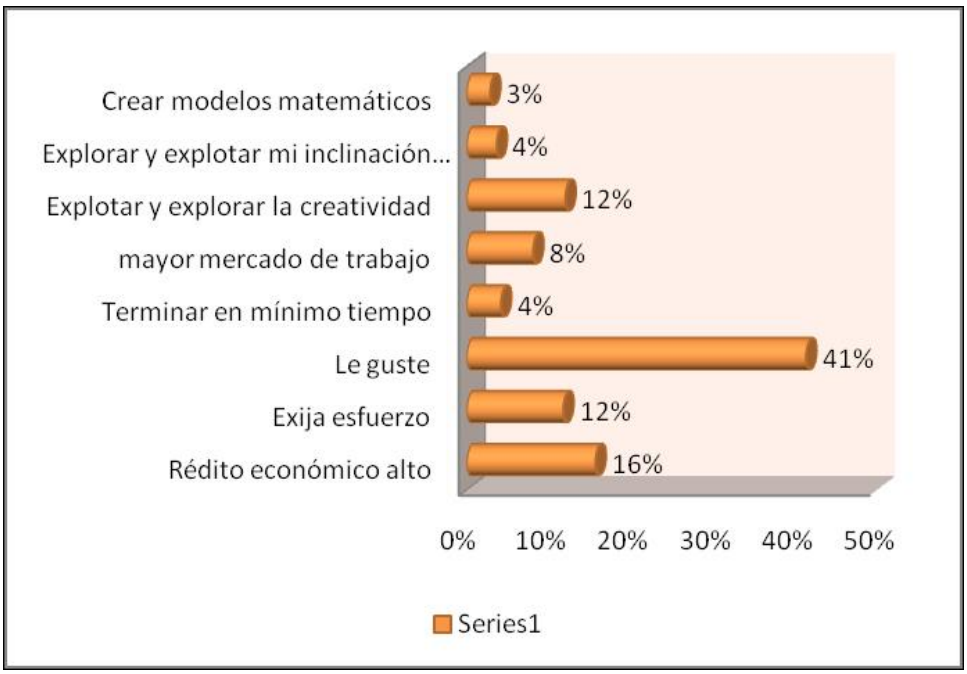

Figura 2.6: Al iniciar una carrera en la universidad de su elección, indique, cuál de los siguientes aspectos deberán ser considerados

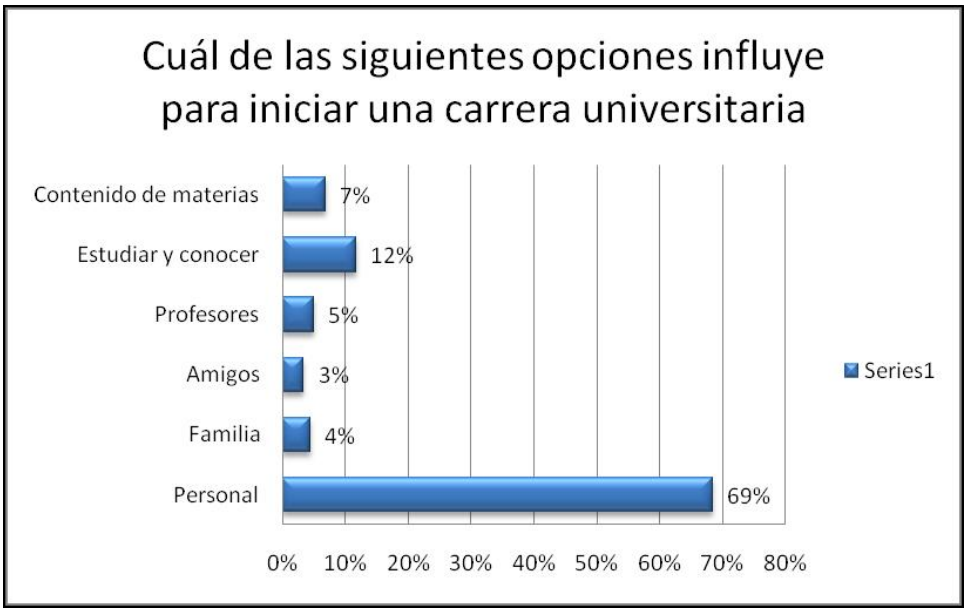

Figura 2.7: Cuál de las siguientes opciones influye para iniciar una carrera universitaria

la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, lo que nos muestra que un 27 % no está interesado en ninguna de las carreras que ofrece dicha facultad, un 22 % de los encuestados manifiesta el interés de estudiar la carrera de Informática, el 16 % estudiaría Biología y un 15 % mostraría interés por la carrera de matemática.

Esta pregunta nos ayuda a conocer si los estudiantes de último curso de los colegios tienen información de las carreras que ofrecen las diferentes universidades. En la Figura 2.12 se muestra

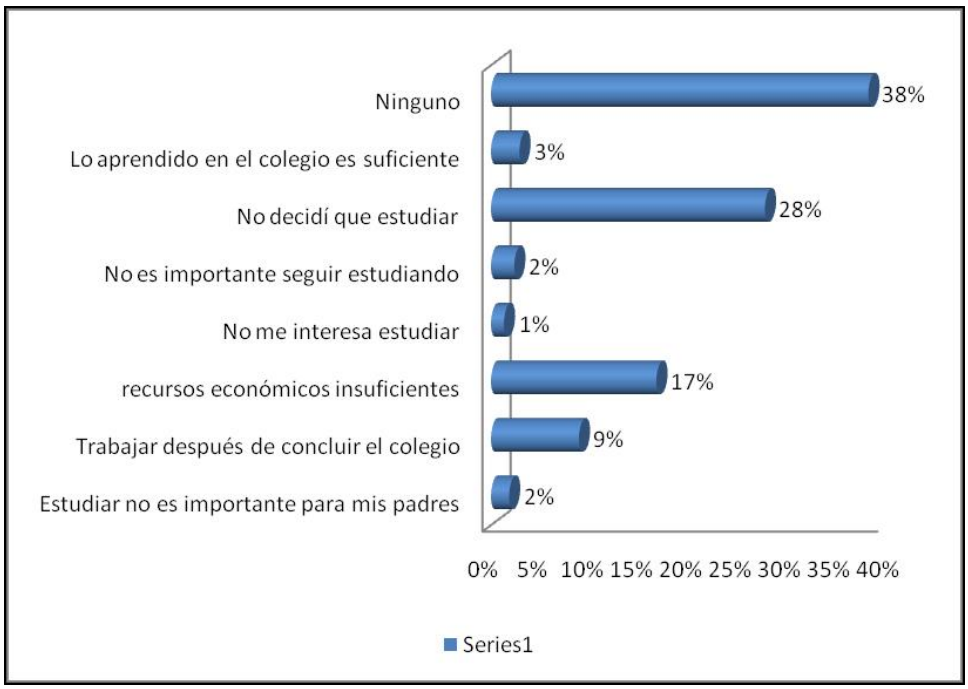

Figura 2.8: Cuál de los siguientes motivos influirán para no iniciar una carrera universitaria

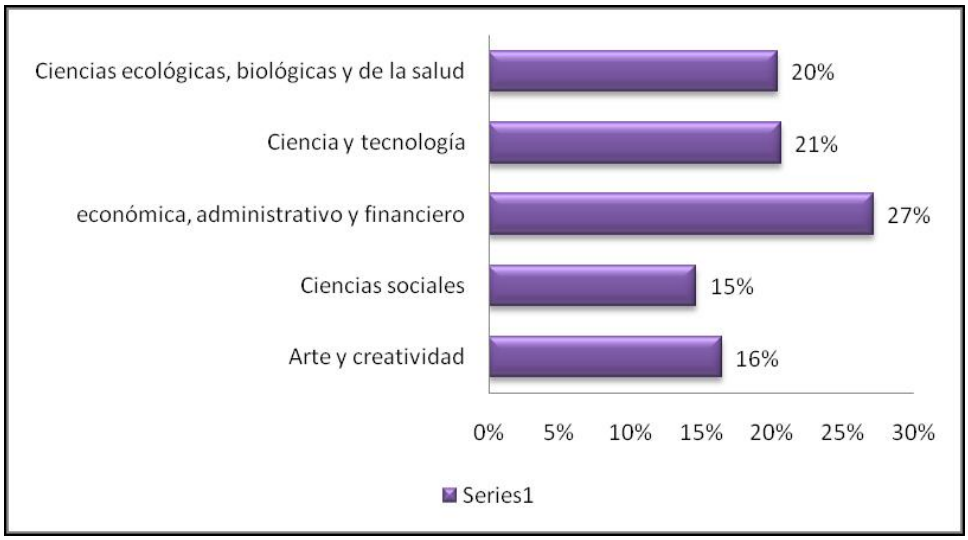

Figura 2.9: Según el test vocacional o su inclinación para un área de estudio, Cuál de las siguientes es de su elección

que el 89 % de los encuestados tiene conocimiento que la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) ofrece la Carrera de Matemática, y un 9 % que también la Universidad Mayor de San Simón (UMSS).

Datos sobre la Percepción de un Matemático Según la Figura 2.13, un 31 % describe a un matemático como una persona que razona de manera lógica, el 29 % lo refiere como una persona apasionada por su trabajo, tiene una inteligencia por encima de lo normal un 14 %, lo representan como un profesional que tiene un entrenamiento especial 13 %.

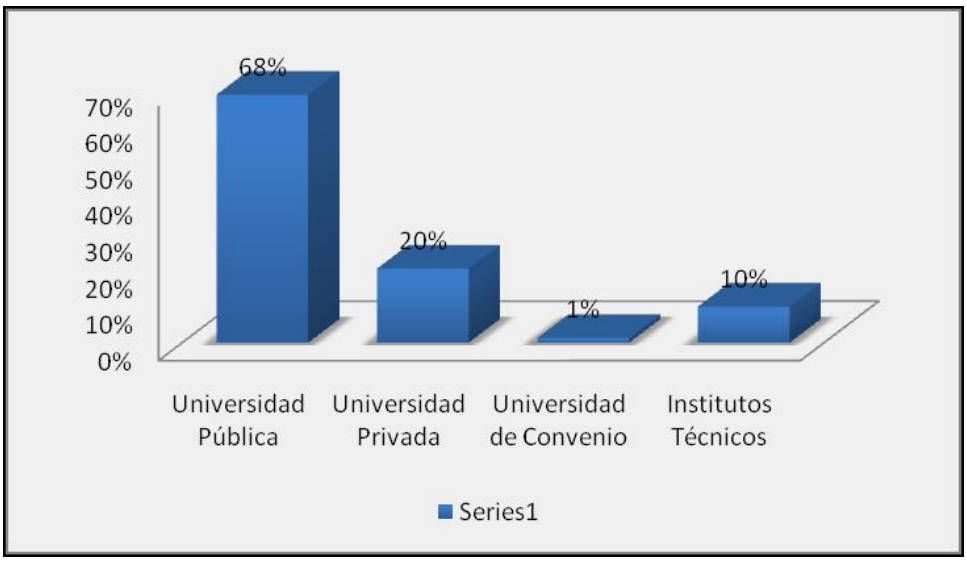

Figura 2.10: ¿En cuál de las siguientes casas de estudios superiores iniciara su pregrado?

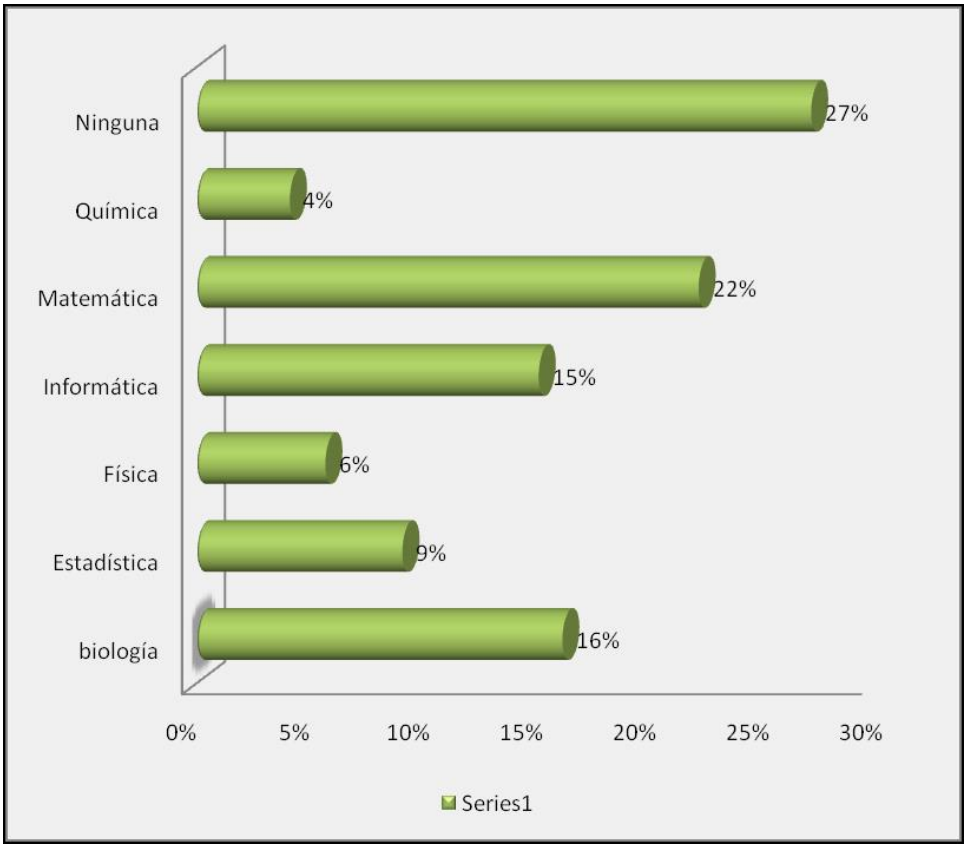

Figura 2.11: La FCPN ofrece las siguientes carreras, ¿Cuál de las siguientes opciones elegiría estudiar?

Respecto a la opinión que tienen sobre las características de un profesional en Matemática, según la Figura 2.14, los encuestados señalaron estar de acuerdo con que las características que los definen son: Tienen un trabajo que utiliza métodos y lógica con 71 %, el 50 % señala que

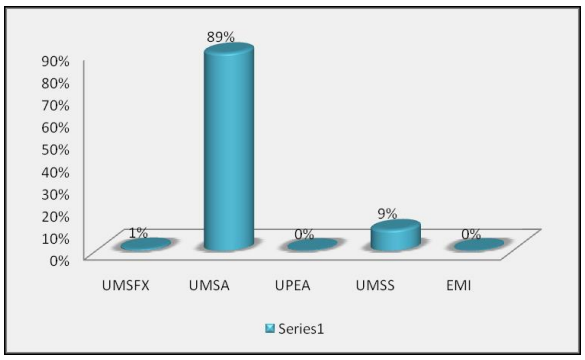

Figura 2.12: Conocimiento sobre la carrera de matemática, en que universidades del país existe

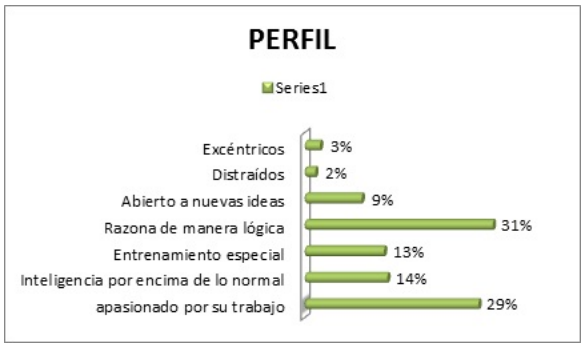

Figura 2.13: Cuál de las siguientes opciones describe a un Matemático

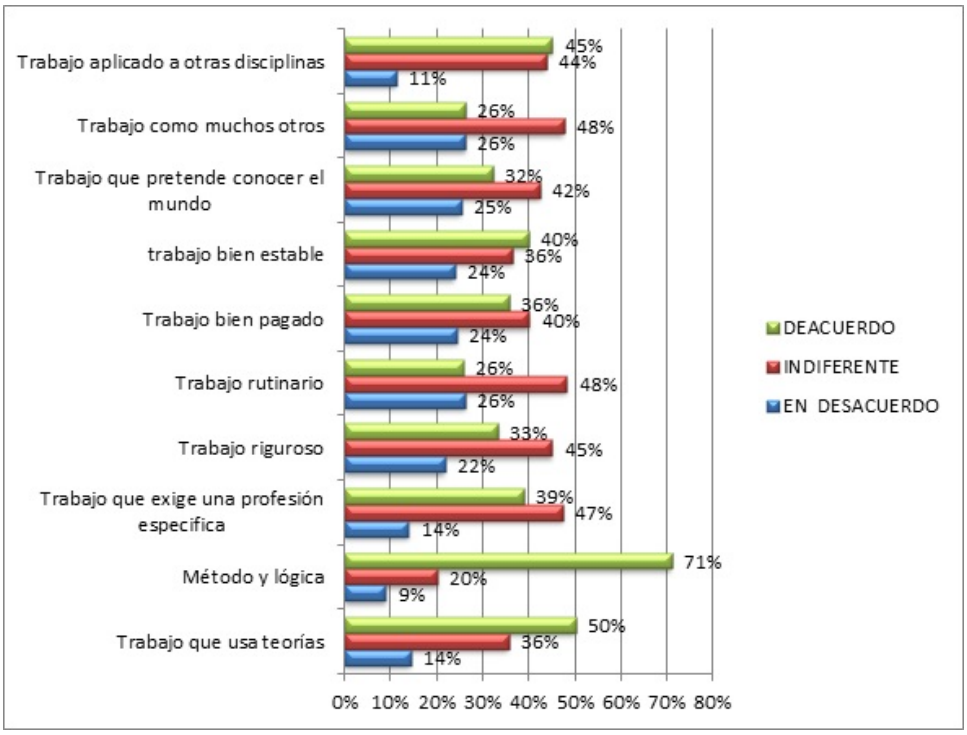

Figura 2.14: Características de un profesional en Matemática

cuentan con un trabajo que usa teorías, el 45 % opina que tiene un trabajo que se aplica a otras disciplinas, tiene un trabajo estable el 40 %, cuenta con un trabajo estable 40 %, un trabajo bien pagado 36 %.

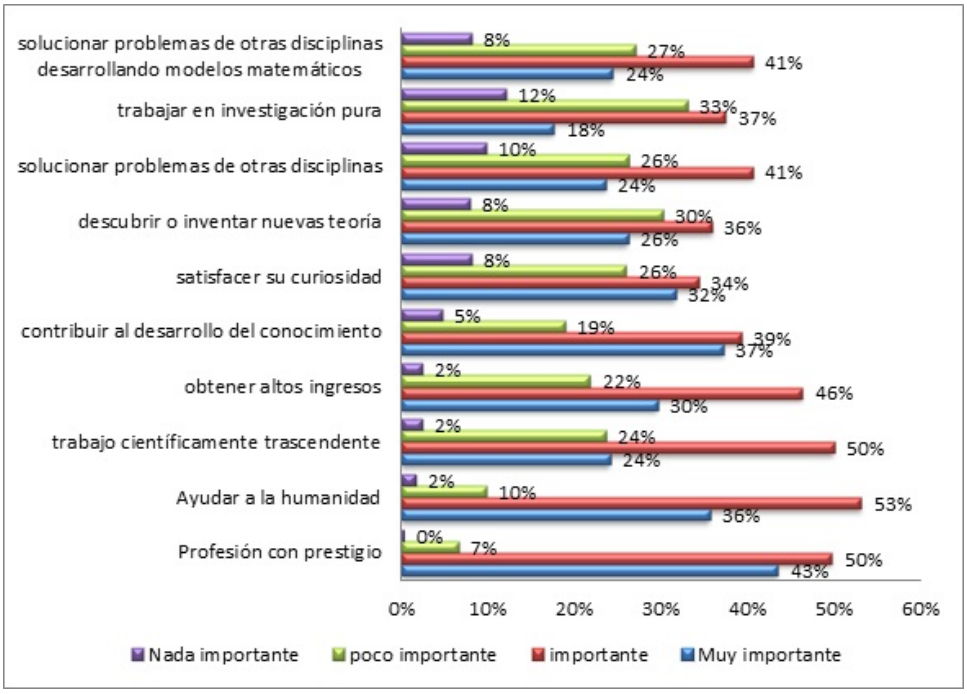

Figura 2.15: Grado de importancia con el que un matemático desarrolla su actividad

Respecto al grado de importancia del profesional matemático, según la Figura 2.15, los encuestados señalaron como muy importante, profesión con prestigio 43 % , que contribuye desarrollo del conocimiento 37 %, ayuda a la humanidad 36 %, satisface su curiosidad 32 %, obtiene altos ingresos 30 % descubre o formula nuevas teorías 26 % y un 24 % soluciona problemas de otras disciplinas desarrollando modelos matemáticos.

Datos sobre el conocimiento de la Matemática Esta pregunta está compuesta de varios enunciados los cuales definen a la disciplina de la matemática, en esta opción los encuestados seleccionan un enunciado de acuerdo al conocimiento obtenido. Los resultados ilustrados en la Figura 2.16 muestra que un 28 % define a la matemática como Ciencia que estudia las propiedades y relaciones cuantitativas, 25 % Ciencia que estudia patrones, 23 % Nombre genérico de geometría, algebra, calculo, etc. 17 % Ciencia que aportan métodos y herramientas, Ciencia que estudia los números y sus relaciones 6 %.

Las respuestas obtenidas en la Figura 2.17 nos muestran como los estudiantes definen a la matemática aplicada, por lo que el 32 % lo define como Modelos aplicados a otras ramas, un 26 % Métodos y herramientas utilizados en ciencias aplicadas y sociales, de igual forma un 26 % define como Solución de problemas de la tecnología, y el 15 % ve a la matemática aplicada Solución de problemas de otras ciencias.

Mediante esta pregunta, se podrá conocer el porqué cursar la Carrera de Matemática Aplicada, con lo que se obtuvo los siguientes resultados ilustrados en la Figura 2.18: el 34 % opina que lo haría por la capacidad de abordad problemas multidisciplinarios, el 34 % Pensamiento lógico y

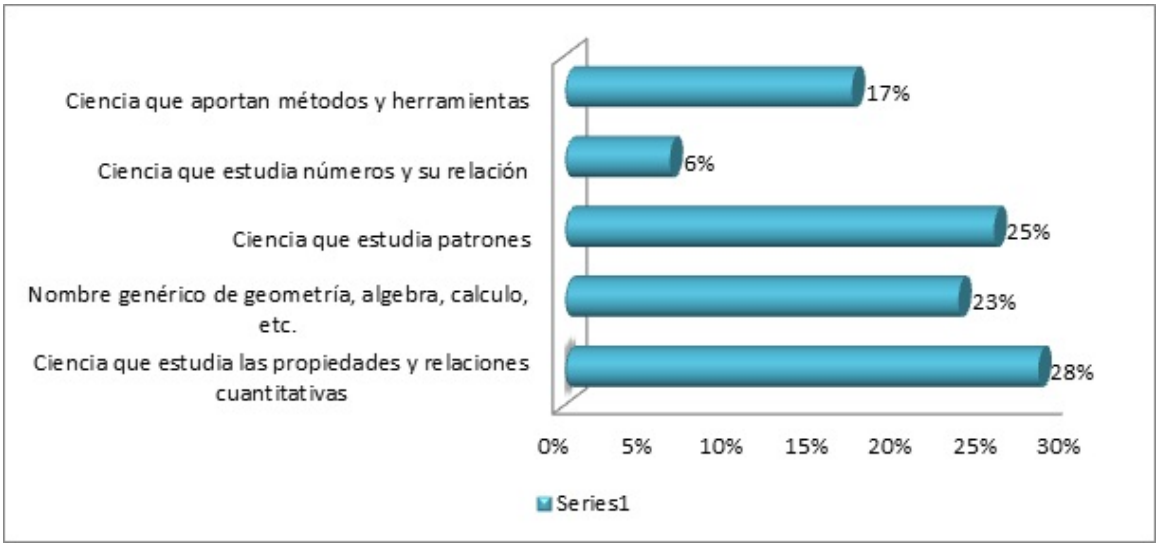

Figura 2.16: Como considera a la disciplina de la Matemática

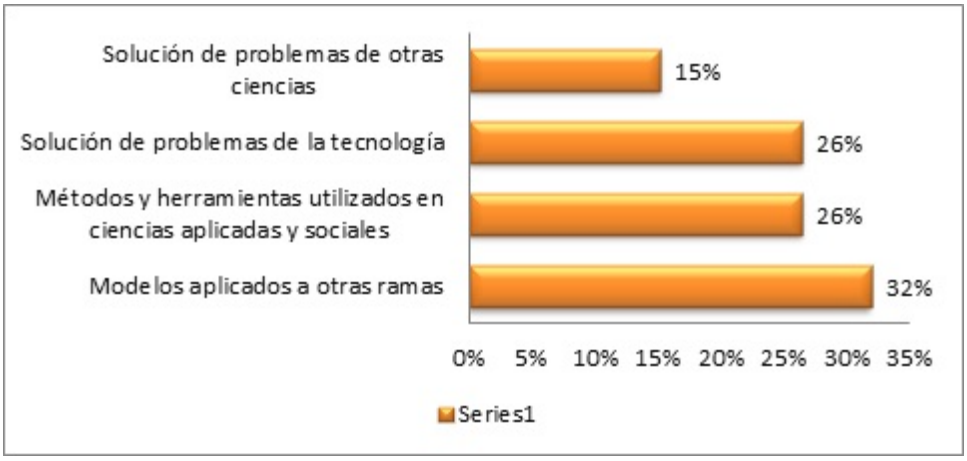

Figura 2.17: Conceptos de Matemática Aplicada

crítico para resolver problemas en general, un 23 % por la capacidad de comprender problemas cuantitativos y de modelizar y el 8 % Concebir teorías y desarrollarlas.

Según la Figura 2.19, las características que les atrae de la Licenciatura en Matemática Aplicada es la posibilidad de profundizar conocimientos 27 %, trabajar con nuevas tecnologías 19 %, Ayudar al desarrollo del país y tener un trabajo intelectualmente estimulante presentan un 18 %, y un 17 % Aplicar en otras ciencias.

Esta pregunta se realizó con el objetivo de determinar la demanda de la Licenciatura en Matemática Aplicada, conforme a la Figura 2.20, el 60 % de los encuestados respondió de manera positiva, por lo que se puede decir que existe demanda, sin embargo un 40 % no está interesado en realizar la licenciatura.

Conclusion de los resultados

El cuestionario que se realizó a estudiantes de sexto de secundaria respecto al Programa que se desea implementar mostró una serie de resultados los que nos llevaron a conocer la percepción

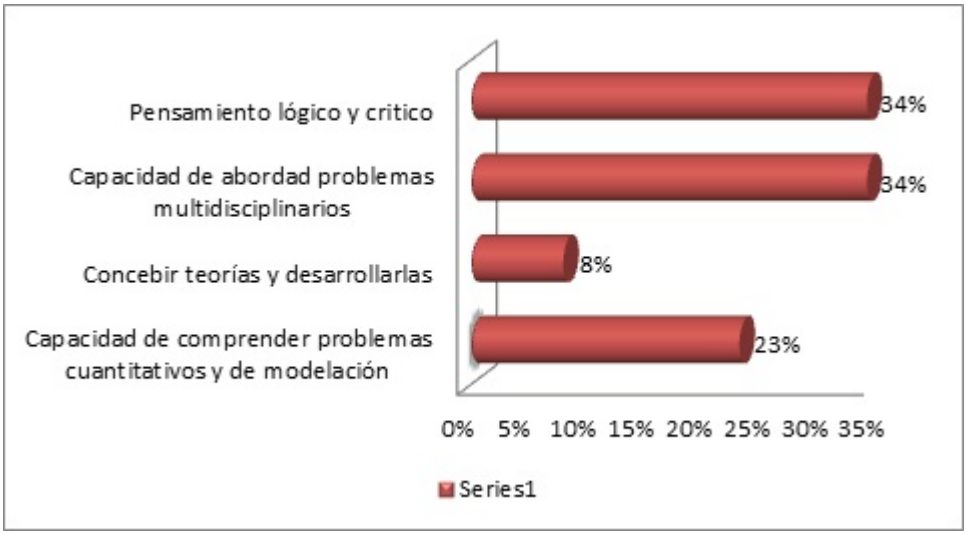

Figura 2.18: Porque realizar estudios en Licenciatura en Matemática Aplicada

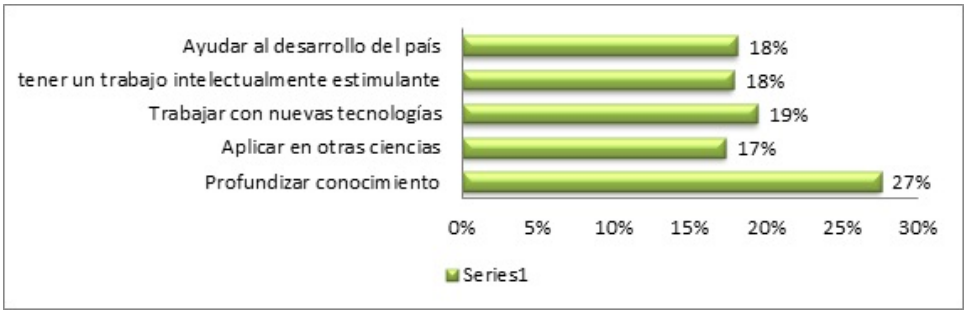

Figura 2.19: Qué es lo puede ser atractivo de la Licenciatura en Matemática Aplicada

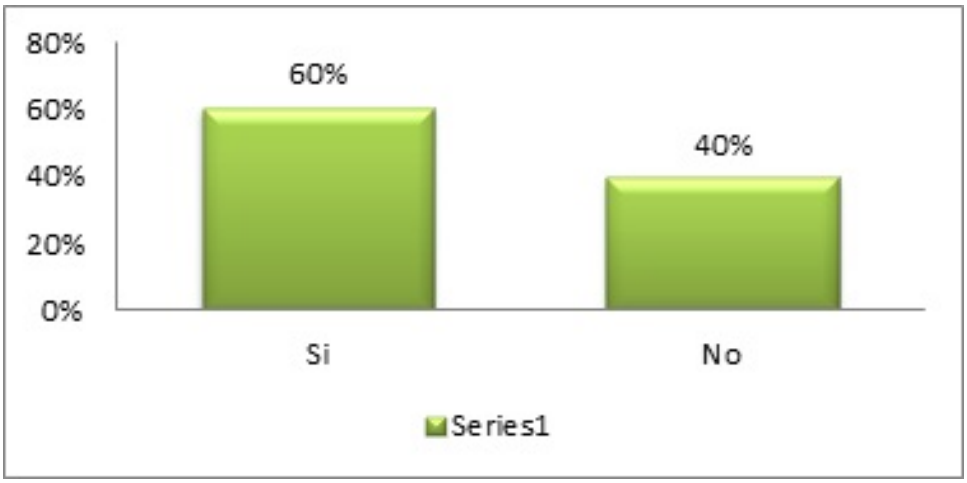

Figura 2.20: Demanda de la Licenciatura ofertada

que tienen sobre la matemática, el perfil de un Licenciado en Matemática y sobre todo el interés en realizar la Licenciatura en Matemática Aplicada. Se mostró un interés de un 60 % de los estudiantes encuestados, por lo que se puede proponer la implementación del nuevo Programa, con el fin de responder a la demanda identificada.

2.3.2. Estudio de Mercado Profesional

La matemática no solamente es el lenguaje de la ciencia, es también el instrumento más importante; por ello, entre los fundamentos del conocimiento, particularmente en ciencias y tecnología, tiene significativa presencia. Reconocer este hecho es fundamental para países como el nuestro, pues como sostiene Michael Porter en *The Competitive Advantage of Nations* [21], el conocimiento puede constituirse en un factor importante del desarrollo, pues en un mundo globalizado "las ventajas comparativas que proporcionan la abundancia de recursos naturales y el bajo costo de la mano de obra van cediendo paso a las innovaciones tecnológicas y al uso competitivo del conocimiento"

En el caso de Bolivia, la necesidad de la Matemática no se percibe tanto por su demanda efectiva como por el costo de oportunidad que representa en cuanto disciplina fundamental de la ciencia, tecnología y, finalmente, el conocimiento en tanto teoría contrastada empíricamente. Diversos estudios de mercado laboral a nivel internacional han verificado la existencia de una importante correlación entre educación, formación de capital humano y crecimiento económico; lamentablemente en el caso de Bolivia este tipo de estudios son extremadamente escasos.

De acuerdo al *Estudio del mercado Laboral de Profesionales y Técnicos en Bolivia (2005, 2010)* realizado por entidades académicas e instituciones de financiamiento educativo, "el comportamiento del Mercado Laboral es resultado de la interacción de presiones generadas principalmente en la demanda y, en menor grado pero no menos importante, en la oferta. En este contexto, resulta necesaria la definición de políticas económica y educativa acordes a estos tiempos de apertura de mercados, competitividad en mercados internacionales, productividad, profundización de capital, transferencia e innovación tecnológica". Y no solamente ello, sino que también "las universidades deben romper su aislamiento e integrarse a la economía, en general, y a la industria, en particular. Deben impulsar la creación de mecanismos de interacción real con la industria, con el doble propósito de aprovechar sus potencialidades de innovación tecnológica y retroalimentar la docencia con casos concretos y reales de la economía nacional", por lo que "se debe desplazar la matrícula hacia carreras científicas y tecnológicas".

Sin embargo, la realidad señala en otra dirección tal como sostiene B. Muriel en El Mercado Laboral en Bolivia elaborado bajo el auspicio del *Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo* del gobierno de Canadá [14], "el análisis empírico... muestra que características de las firmas son factores fundamentales para explicar los ingresos laborales en las zonas urbanas de Bolivia... las variables relacionadas con el capital humano pierden su poder explicativo, mostrando que, en particular, los años de educación no son bien aprovechados dado el precario entorno productivo en el que se desenvuelven las labores".

Siguiendo a Estudio del mercado Laboral de Profesionales y Técnicos en Bolivia, "la mejora del capital humano de profesionales y técnicos puede provenir del sistema universitario nacional e institutos de formación técnica, de la capacitación en las empresas, o del learning by doing" y "que las principales vías por las que la educación puede incrementar la productividad son: a) la innovación tecnológica..., b) la transferencia tecnológica (capacidad de imitar y adaptar innovaciones tecnológicas producidas en el exterior)." Y, ya sea como lenguaje o como instrumento técnico, la matemática es fundamental para la innovación y esencial para la transferencia tecnológica.

En el mencionado estudio se constata que, por una parte, "la oferta del sistema universitario se concentra más en carreras orientadas a servicios y menos en carreras relacionadas directamente con el proceso de transformación y producción de bienes, limitando posibilidades de crecimiento

bajo cualquier patrón de desarrollo económico" y, por otra, "la demanda esperada a mediano plazo, para profesionales, se concentra en carreras de servicios, mientras que la demanda por disciplinas técnicas es requerida principalmente a nivel de Técnico" y "a pesar de que la educación en el país parece ser *para la universidad*, la presencia de personal altamente calificado es aún precaria en el mercado laboral boliviano"....y un componente básico de la alta calificación es la matemática. Más aún, "la demanda esperada, a excepción de Medicina y Educación que se relacionan con el crecimiento vegetativo de la población, se concentra en servicios y no en actividades directamente productivas como Ingenierías. Este hecho sería el resultado de la combinación de espectos relacionados con la demanda y limitada formación en la educación secundaria en áreas de las ciencias exactas"; es decir, la falta de recursos humanos altamente calificados en ciencias exactas como matemática indirectamente está teniendo efectos distorsionadores en la demanda por Carreras necesarias para el crecimiento y desarrollo de nuestra economía.

La necesidad de énfasis en aspectos básicos de la matemática y su orientación hacia las aplicaciones se reitera mediante la voz de los grupos focales participantes del *Estudio del mercado Laboral de Profesionales y Técnicos en Bolivia*, "Se percibe que las políticas educativas están mal enfocadas y son ajenas al desarrollo del país y al mercado laboral. Se percibe que en la oferta local no existe especialización acorde a las necesidades regionales. Por otro lado, también se perciben deficiencias en aspectos básicos como lectura, ortografía y cálculo".

2.4. Contextualización de la Oferta Curricular en la Realidad Nacional y Regional

El proceso de formación del profesional matemático se ajusta a las Políticas de Estado planteadas en la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, a fin de desarrollar investigación científica, donde la Matemática es una herramienta fundamental y transversal para desarrollar modelos matemáticos mediante el análisis cuantitativo de datos. Bolivia, un país en proceso de desarrollo, necesita científicos de alta formación académica con análisis crítico en lo concreto y abstracto de los problemas de investigación de diversa índole dentro de la fenomenología de la modelización.

Por otra parte, la Universidad Mayor de San Andrés como una Universidad pública del departamento de La Paz, donde se encuentran los departamentos técnicos de las empresas estratégicas de Bolivia por ser, la ciudad de La Paz, sede de gobierno. Es razonablemente necesario que en La Paz se desarrolle el programa de Licenciatura y Maestría en Matemática a fin de formar profesionales matemáticos que puedan coadyuvar en los diferentes equipos de investigación de las empresas públicas y privadas. También el Matemático, como ocurre en estos días, participa en los diferentes procesos curriculares de la Educación en los niveles de secundaria y superior mediante un trabajo de interacción social en el marco de la extensión universitaria del Instituto de investigación Matemática.

2.4.1. Problemas Profesionales

Un país como Bolivia, al verse inmerso en una economía de mercado, donde prevalece la competitividad, tiene que acceder a los recursos emergentes de la globalización. La formación de recursos humanos capaces, creativos y diligentes para enfrentar ese desafío es irrenunciable como condición necesaria para la viabilidad nacional.

Una capacidad científica mínima residente es imprescindible para dar soporte a la evolución del Sistema Educativo y para generar respuestas científicas apropiadas, oportunas y desinteresadas a las demandas del desarrollo socioeconómico y tecnológico.

Por otra parte, la Matemática, disciplina formativa por excelencia, desarrolla con gran eficiencia la potencialidad humana de razonar lógicamente (obtener conclusiones válidas a partir de hipótesis arbitrarias); capacidad normalmente latente, que se hace necesaria a la hora de comprender fenómenos cuya descripción supone algo más que sentido común (obtener conclusiones favorables a partir de hipótesis realistas). La capacidad de discernimiento, al contrario que la sensatez, es objeto de desarrollo, puede y, quizá, debe educarse.

El pensamiento racional facilita las consideraciones críticas, el sentido de la proporción (por ejemplo para realizar un balance de riesgo - beneficio), el acceso a los procedimientos analíticos (para integrar enfoques parciales), la eventualidad de demostrar un enunciado, la capacidad de síntesis, el ejercicio de la creatividad, la contextualización de los aciertos intuitivos, la deducción correcta, la capacidad de plantear conjeturas razonables, el concebir procesos de abstracción (para diseñar modelos).

Lo que puede resolverse recurriendo sólo al sentido común no debe complicarse con teorías; sin embargo, todo parece indicar que la complejidad emergente hace que el pensamiento racional sea algo más que opcional; es decir, el sentido común no parece suficiente para existir conscientemente.

La tradicional visión utilitarista de la Matemática es, a la fecha, muy inocente; no existe una mágica serie de algoritmos estandarizados que resuelven problemas cuantitativos que eximen a los usuarios de la función de pensar.

2.4.2. Diseño y Desarrollo Curricular

El diseño curricular es un proceso típico de intervención, Alvarez [2]. Una **intervención**, en el sentido de Tourin, es una acción institucional deliberada, organizada y medible sobre alguna porción de realidad, con el objeto de condicionar intencionalmente desenlaces declarados; la intervención incluye también los mecanismos de seguimiento de su incidencia en los procesos que perturba de manera tanto cuantitativa como cualitativa (medición de impacto).

Un caso de vivo interés para la Carrera de Matemática es el de la "Educación Matemática". Se trata de una intervención en el Sistema Educativo Nacional para incidir significativamente en el diseño y el desarrollo curricular, con el propósito de insertar contenidos y prácticas científicas en el curriculum de formación de maestros e incluso en el propio diseño curricular de la primaria y la secundaria. Todo ello, en compatibilidad con la introducción de practicables innovaciones pedagógicas y elaboradas estrategias de aprendizaje de la ciencia, adaptadas, en cada caso, a las particularidades del medio, garantizando siempre su pertinencia.

El proyecto de Diseño y Desarrollo curricular se encuentra en plena fase de implantación, con la creciente presencia de la Carrera de Matemática en el proceso de transformación del Sistema Educativo, que se opera tanto por causa como a pesar de la Ley Educativa.

El estudiante de matemática, salvo excepciones, se involucra en el hecho educativo y está preparado para ello.

2.4.3. Filosofía y Objeto de la Profesión

La consolidación y proyección de las disciplinas científicas en el país es de responsabilidad estatal; puesto que ni la sociedad ni el mercado muestran el menor interés por este tipo de prácticas.

La doctrina minimal del Estado le asigna un rol económico complementario; es decir, el Estado (al menos) debe ocuparse de aquellos aspectos de interés público que ni la sociedad civil ni el mercado atienden. Obsérvese que, lejos de atenerse a este principio, los organismos estatales (v.g. Universidades), con sugestiva prioridad, se concentran en actividades redundantes, que ya están resueltas por el mercado; por ejemplo, la Universidad Pública utiliza gran parte de sus limitados recursos en graduar masivamente profesionales en trasnochadas menciones sobresaturadas por la oferta privada. Lo correcto, sin soñar con algo de racionalidad, sería alentar, para beneficio público, el desarrollo de aquellas disciplinas que el mercado no resuelve, pero que el país necesita; en especial, las ciencias.

Por lo señalado, pese al dominio abrumador de las actividades vinculadas al comercio o al conflicto social, la Matemática se proyecta, contructiva, sobre la base institucional de las postergadas unidades científicas públicas.

La estructura formativa del profesional matemático boliviano garantiza, en el plano estrictamente científico, una muy alta calidad; la cual, es acreditada por numerosos testimonios oficiales de pares disciplinares. Como característica particular, el matemático boliviano tiene una disposición pedagógica y docente muy bien reconocida (pero no muy bien remunerada)

Objeto y alcances del Trabajo

Los matemáticos desarrollan procesos deductivos formales en estructuras teóricas de la mayor variedad (téngase en cuenta que el concepto de complejidad nace del vínculo combinatorio exponencial entre relaciones y objetos). La Matemática no tiene fronteras; en realidad, toda configuración formal de objetos, que se prolongue a partir de una teoría de conjuntos, es una teoría matemática. El matemático, en última instancia, demuestra (no sólo convence). Es decir, se conduce en sistemas formales. Los propios modelos matemáticos, que simplemente tratan de representar fenómenos, al recurrir a teorías científicas, se adscriben a sus mecanismos deductivos.

Modos de Actuación

Los profesionales matemáticos, por su formación integral, tienen tanto la capacidad de desarrollar teorías científicas, como el poderoso recurso pragmático de la modelización que, aprovechando la tecnología emergente, ofrece innovaciones operables, gracias a la creatividad de los actores inteligentes.

Campos de Acción

La Matemática tiene relación con todo el saber humano. Es más, la naturaleza de construcción del conocimiento genera sucesivos niveles de abstracción, en cada vez más ordenados esquemas que finalmente se ajustan en formas de organización simbólica: la Matemática. Así, prosaicos problemas groseramente planteados y aparentemente muy complejos se resuelven en diáfanas presentaciones y en soluciones simples.

Las áreas formativas tienen base en la lógica matemática y la teoría de conjuntos. El área de *Álgebra*, que se extiende principalmente en Estructuras Algebraicas, Categorías, Topología Algebraica y Álgebra homológica; el área de *Análisis*, en Cálculo, Análisis, Ecuaciones Diferenciales, Análisis Funcional, Sistemas Dinámicos, Teoría de la Medida, Análisis Complejo, etc; el área de Geometría y Topología, en Geometría Euclidiana. Geometrías no Euclidianas, Topología, Geometría Diferencial, Variedades Diferenciables. La clasificación no busca ser disjunta; es más,

se busca siempre reconocer comportamientos homólogos, para recogerlos en funtores que vinculan unos escenarios con otros aparentemente diferentes.

Por su parte, los problemas involucran, durante y no antes del proceso de modelización, a las teorías que resulten más adecuadas para su solución; y, no en pocos casos, sugieren nuevas teorías. Lo anterior no significa, ni mucho menos, que toda teoría matemática haya surgido de algún modelo empírico ni que eventualmente encuentre una realización.

Esferas de Actuación

En nuestros medio y circunstancias, con una visión de futuro resumida en el lema "La Educación es la lucha por el horizonte a pesar de la necesidad", se proyecta el ejercicio profesional en términos de meditada anticipación. La sociedad evoluciona a formas de organización (y desorganización) que demandarán operadores versátiles y no especialistas limitados (como sostenía la superada visión positivista del modernismo). En ese orden, el profesional matemático tiene una formación básica muy sólida y una capacidad individual para orientar su formación continua en la dirección e intensidad que propongan las condiciones emergentes. El matemático está formado para desempeñarse en ámbitos teóricos, académicos, tecnológicos y administrativos, con creatividad y eficiencia.

Como un resumen de lo anterior, podemos ver la Tabla 2.1 que esboza el proceso de formación profesional.

2.4.4. Desafíos de corto y largo plazo

Parte de la demanda social del entorno a la cual debe responder la Carrera de Matemática de la UMSA, se encuentra en las Políticas y Planes del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, así como en los Municipios del Departamento, así como en las Políticas y Planes del Estado Plurinacional de Bolivia.

Demanda del Plan Nacional de Desarrollo del Estado Plurinacional de Bolivia

El Estado Plurinacional, fundado en los principios de soberanía, armonía y equidad, en cuanto a la distribución y redistribución del producto social, que además impulsa la búsqueda del Vivir Bien y el respeto a la pluralidad económica, social, jurídica, política de la población del país que además promulga la convivencia colectiva, estableciendo como principio básico el acceso a los servicios básicos y garantizando los derechos al trabajo, educación, salud y vivienda. Este Plan de Desarrollo Nacional estableció las metas del milenio, que sirven de marco de referencia para el Plan Estratégico Institucional, desde esta perspectiva se espera que la Carrera de Matemática de la UMSA se pueda ubicar en el primer pilar, aquel que se refiere a la Dignidad, puesto que se puede contribuir a la mejora de la Educación Superior, mediante la calidez, calidad y excelencia.

Como una parte del Plan Estratégico Facultativo, se definen políticas y líneas de acción en cuanto a la formación profesional, tanto en el pre y postgrado, interacción social y gestión facultativa, que pretenden consolidar el vínculo entre la formación profesional y la capacitación laboral, de esta forma se espera apoyar y contribuir en la satisfacción de la demanda social. Esto, para apuntalar e incentivar las actividades productivas, que implican así mismo procesos de distribución y comercialización, que a su vez requieren la perspectiva, asistencia técnica para generar estrategias productivas y competitivas. El conocimiento su divulgación, información y comunicación son partes esenciales de este proyecto.

Tabla 2.1: Resumen del Proceso Profesional

Profesión	Objeto de la Profesión	Objeto de Trabajo	Modos de Actuación	Campos de Acción	Esferas de Actuación
Matemático	Proceso de Formalización de Teorías, Proceso Formativo, Modelización	Construcción de teorías, modelos matemáticos, grupo de alumnos, Métodos y Algorítmos	Crear, desarrollar, difundir y aplicar, Educar, Asesorar Proyectos, Programar Algorítmos	Lógica, Algebra, Análisis, Geometría y Topología, Modelado Matemático, Optimización, Análisis Numérico	Investigación Matemática, Optimización, Modelización, Docencia superior, Servicios de Consultoría
Agrónomo	Proceso de Producción Agraria	Tipos de cultivo	Producir	Suelo, mecanización y otros	Estatal, cooperativo y privado
Docente	Proceso Formativo	Estudiantes, Grupo Estudiantil	Educar, Desarrollar e Instruir	Pedagogía, didáctica, currículo, ciencias del contenido	Tipos de escuelas
Médico	Proceso Salud Enfermedad	Hombre, Familia y Comunidad	Clínico y epidemiológi-co	Medicina interna, pediatría, ginecología, epidemiología	Primaria, secundaria y terciaria

Demandas del Departamento de La Paz

El Departamento de La Paz tiene una extensión territorial de 133.985 Km2; se estima, a partir de datos del censo 2012 del Instituto Nacional de Estadística, que tiene 2.741.554 de Habitantes y una densidad poblacional de 20.46 Habitantes por Km2, según estos datos se pueden establecer que es el departamento más poblado de Bolivia. La mayor parte de la demanda en educación superior es satisfecha por la Universidad Mayor de San Andrés en sus 13 facultades y 54 carreras. El Departamento de La Paz, por su ubicación geográfica y las fronteras con otros países, tiene las condiciones necesarias para establecer, desarrollar y fortalecer el intercambio comercial, cultural y educativo, en este plano se puede fomentar el intercambio entre docentes y estudiantes de los países vecinos.

Por otra parte, el Departamento de La Paz, tiene grandes riquezas minerales, además de tener una fauna y flora diversa, rica para la región en los diferentes pisos, que componen la geografía. Esto hecho demanda de la Universidad Mayor de San Andrés y específicamente a la Carrera de Matemática, profesionales pertinentes para el desarrollo del país

2.5. Modalidades de Graduación

Si bien la Universidad Mayor de San Andrés tiene varias modalidades de graduación, en la discusión de las Jornadas Académicas, cuyas conclusiones se han aprobado en una Asamblea Docente Estudiantil de la Carrera de Matemática, se ha aprobado las siguientes modalidades de graduación para la Licenciatura en Matemática

Proyecto de Grado Consiste en la elaboración de un Trabajo de Investigación Básica Teórica o Aplicada en una de las áreas de la Matemática como Algebra, Análisis, Geometría y Topología. También está permitido el desarrollo de la investigación en áreas afines de la matemática donde el estudiante pueda desarrollar modelos matemáticos o implementar un modelo de análisis cuantitativo de datos.

Para el desarrollo del Proyecto de Grado, el estudiante puede contar con un tutor docente de la Carrera de Matemática o de cualquier otro profesional con formación matemática o en ramas afines. Para garantizar el éxito en la conclusión del trabajo de la licenciatura en una defensa pública ante un tribunal nombrada por el Honorable Consejo de Carrera, el estudiante expondrá sus resultados en varias sesiones de seminarios de tesis como una actividad de la Materia de Proyecto de Grado.

Graduación por Excelencia La graduación por excelencia es para aquellos estudiantes que cumplen con el requisito específico que tiene la Universidad Mayor de San Andrés a fin de que los estudiantes sobresalientes puedan graduarse de manera inmediata a la conclusión de las materias del Plan de Estudios vigente.

Algunos de los requisitos generales son: no haber reprobado ni abandonado ninguna materia y tener un promedio de notas de excelencia fijada en el reglamento de graduación por excelencia de la UMSA.

Para el Grado Académico de Maestría en Matemática, la única modalidad de graduación es la elaboración de una **Tesis de Maestría**, que consiste en la elaboración de un Trabajo de Investigación Teórica o Aplicada en una de la áreas de estudio de la Matemática, donde demuestre solvencia académica en el desarrollo de una teoría matemática o una aplicación consistente con la realidad donde el posgraduando despliegue sus habilidades de modelización matemática y análisis cuantitativo de datos.

2.5.1. Objetivos del Proyecto de Grado

Los objetivos del Proyecto de Grado de Licenciatura son que el estudiante demuestre:

- Madurez formativa disciplinar a nivel de licenciatura.
- Conocimientos generales de la matemática y de sus aplicaciones.
- Conocimiento profundo de un área específica de la matemática teórica o aplicada.
- Capacidad para desarrollar independientemente un tema matemático avanzado.
- Habilidad para compartir en diversos escenarios, académicos o públicos, conceptos matemáticos de manera clara, coherente u concisa.

2.5.2. Formato del Proyecto de Grado

El Proyecto de Grado es un trabajo de investigación sobre un tema no curricular de una de las áreas del Plan Académico de la Carrera de Matemática, por lo que el estudiante, previa una revisión bibliográfica, debe escribir un reporte en formato de un trabajo de investigación básica con un nivel adecuadamente sustentable; con el enunciado explícito de los objetivos, un análisis sucinto de la problemática estudiada, las metas o tareas realizadas, el tema central de investigación, los resultados encontrados, las fuentes de información, así como también los beneficiarios del producto de la investigación; y, justificar el trabajo en función del impacto esperado a nivel local, regional, nacional o internacional.

Estructura de la Propuesta

Para la rápida lectura de la Comisión Revisora del Proyecto para su posterior aprobación de la misma ante el Honorable Consejo de Carrera de Matemática, la propuesta de investigación debe contener como mínimo las siguientes partes con contenidos explicados brevemente:

1. **Título:**

   1.1) Título: Nombre del Proyecto de Investigación
   1.2) Autor: Nombre del estudiante
   1.3) Dirección: E-mail, casilla de correo, teléfono, etc. para contactos y correspondencia académicas
   1.4) Tutor: Nombre del profesional Guía o Tutor del Proyecto de Grado (opcional)

2. **Introducción:**
   En esta sección, se deben incluir claramente las consideraciones iniciales de la investigación propuesta, la justificación del trabajo, una revisión bibliográfica pertinente, la factibilidad e importancia, para el Estado y la Sociedad Civil, del quehacer científico residente.

3. **Antecedentes: (que hay)**
   En esta sección, se debe incluir la descripción y el *análisis de los trabajos precedentes* al tema de investigación realizada, remarcando los resultados que se consiguieron y la importancia de seguir investigando en esta línea.

4. **Planteamiento del Problema: (por qué)**
   En esta sección se debe *discutir* el tema de investigación, resaltando la contribución a los resultados de las investigaciones previas, justificando el tema elegido es objeto de interés teórico o aplicado; para ello, debe enunciarse claramente el problema que se resolvió y los resultados más importantes que se demostraron bajo señaladas hipótesis.

5. **Objetivos del Trabajo: (para qué)**
   En esta sección se debe incluir claramente los *objetivos* de la investigación, así como las metas o tareas específicas que realizaron para conseguir los resultados esperados en función de los objetivos enunciados con relación al tema de investigación.

6. **Alcances: (hasta dónde)**
   En esta sección se deben incluir las *delimitaciones* del trabajo de investigación, las posibles aplicaciones de los resultados y los beneficiarios de los resultados que pueden ser El Estado y la Sociedad Civil.

7. **Marco Teórico (respaldo)** Aquí debe estar presentada toda la teoría pertinente al trabajo de investigación, tanto de la matemática misma, así como de la ciencia aplicada, a fin de hasta cierto punto el trabajo sea autocontenido.

8. **Metodología: (cómo)**
   En esta sección se describe *cómo* se desarrolló el trabajo de investigación; generalmente, se abordan primero el marco conceptual y el marco metodológico donde se contextualiza el problema planteado, para lo cual, se fijan fases de acuerdo a las características y complejidad de la investigación entorno al tema de investigación.

9. **Fuentes: (de dónde)**
   En esta sección, se deben incluir las distintas *fuentes de información* que se consultaron para realizar el trabajo de investigación, como los libros, revistas, publicaciones en el internet, resultados útiles de otros trabajos de investigación. Finalmente, adjuntar las direcciones electrónicas de las fuentes o un listado bibliográfico en orden a su incidencia.

10. **Medios: (con qué)**
    En esta sección se debe incluir la descripción de aquellos *instrumentos* que fueron utilizados para desarrollar la investigación conforme a la metodología adoptada.

11. **Contenido: (qué)**
    En esta sección, se debe incluir una secuencia temática desarrollada, configuradas según objetivos declarados previamente.

12. **Cronograma: (cuándo)**
    En esta sección se incluye la programación las actividades que condujeron a alcanzar los objetivos de la investigación.

2.5.3. Revisión de la Propuesta

Una vez concluida el trabajo final de grado, el estudiante deberá presentar el documento al Honorable Consejo de Carrera, solicitando la conformación de un comité revisor del trabajo; misma que podrá requerir al estudiante una exposición del trabajo en sesiones de semanario que considere convenientes, a fin de que, en el trabajo, se incluya todas las observaciones del tribunal antes de la defensa de la misma. Ante un informe positivo de del Tribunal Revisor, el Honorable Consejo de Carrera, o en su defecto, el Director de Carrera podrá autorizar la defensa del trabajo en una fecha determinada en coordinación con el tribunal de defensa del trabajo de grado.

Capítulo 3

Aspectos Académicos de la Licenciatura en Matemática

3.1. Fundamentos Curriculares

Para muchos docentes y para otras personas relacionadas con instituciones educativas, la noción de "currículum" nos plantea problemas: su significado es de por sí evidente. El "currículum" se desarrolla con el trabajo mismo, tal y como viene. Se considera simplemente como la organización de lo que debe ser enseñado y aprendido. Desde este punto de vista, difícilmente puede verse el currículum como la realización de un proyecto educativo de un profesor o de una institución educativa para sus alumnos, su comunidad y la sociedad en su conjunto.

El análisis de la naturaleza del currículum es, cada vez más, tan esencial como su desarrollo. Se trata sobre una discusión práctica sobre la naturaleza de la educación tal y como se lleva a cabo mediante el trabajo en los centros educativos; es un debate sobre cómo educar en la práctica. Con toda seguridad, se trata de un tema ante el cual los docentes no pueden permanecer indiferentes.

En la actualidad, no se espera que la sola difusión de la psicología, la historia y la filosofía de la educación supere las deficiencias; sino que la política educativa proporcione respuestas coherentes e integrales a los problemas que surgen en la teoría y en la práctica educativa. La educación es una práctica socialmente construida, históricamente formada, y con problemas inseparables e irreducibles a la simple aplicación de saberes especializados desarrollados por disciplinas "paternas", "puras". Es más, si es acertada nuestra idea de que la práctica del currículum es un proceso de representación de la vida social, la práctica del currículum en las instituciones educativas y la experiencia curricular de los estudiantes debe entenderse como UN TODO TRANSFORMADOR, más que como una diversidad de estrechas perspectivas de especialidad de disciplinar u operativa.

En la reconstrucción de la educación se ha dado una renovada apreciación a la relación entre la teoría y la práctica; siempre ha existido preocupación por la adecuación entre lo que las teorías enunciaban y la práctica realizaba. Se trata, más bien, de que la relación entre teoría y práctica sea planteada de un modo nuevo, que no contemple la teoría como fuente de prescripciones para la práctica (teoría $\rightarrow$ práctica), o que la práctica sea considerada como fuente para las teorías (práctica $\rightarrow$ teoría). La nueva forma de relacionar teoría y práctica ofrece caminos más reflexivos y mutuamente constitutivos. Desde este punto de vista, la nueva forma de relacionar teoría y práctica curricular incluye consideraciones generales de la teoría social; además, claro, de su universalidad y apertura permanente a la innovación. La renovación curricular es la muestra de

su fortaleza y pertinencia.

DEFINICIONES DEL TÉRMINO CURRICULUM: Algunos autores pretenden restringir su definición a las experiencias diseñadas para los estudiantes, mientras otros quieren incluir aspectos más amplios de la situación escolar. Así. Johnson [9] lo define como "una serie de estructuras de resultados buscados en el aprendizaje", mientras Kearney Y Cook [10] como "todas las experiencias que el estudiante lleva a cabo bajo la tutela de la institución".

No se trata de que estas cuestiones sobre la definición no sean relevante; más bien, el problema estriba en que cada definición refleja la visión de un autor concreto en un tiempo determinado y, desde un punto de vista metateórico, toma partido en la cuestión de lo que significa definir el currículum como objeto de estudio.

Stenhouse [19] critica muchas de ellas y pretende "encontrar una definición de currículum que no de tantas cosas por supuestas". Su propia definición es "El currículum es un intento de comunicar los principios esenciales de una propuesta educativa de tal forma que quede abierta al escrutinio crítico y pueda ser traducida efectivamente a la práctica". Se trata de una definición interesante porque pone énfasis en el currículum como un tipo de "puente" entre los principios y la práctica educativa, y en las actividades para relacionar conscientemente ambos, así como para revisar los vínculos entre ellos en un sentido de escrutinio crítico que incluye la contrastación de las propuestas curriculares y de las teorías educativas en la práctica.

PROBLEMA CENTRAL DEL ESTUDIO DEL CURRÍCULUM: "El problema central del estudio del currículum es el vacío existente entre nuestras ideas y aspiraciones y los intentos por hacerlas operativas". Stenhouse [19] pone en duda la perspectiva de que nuestras ideas y aspiraciones sean ya las adecuadas y que se necesita únicamente una mejor "operacionalización" del currículum en las instituciones educativas; igualmente, discute la perspectiva de que nuestros intentos para operativizar nuestras ideas sean correctos, siendo preciso adaptar nuestras ideas y aspiraciones para acomodarlas a nuestros logros actuales. Según Stenhouse [19], la problemática permanente del estudio del currículum se fundamenta en la relación existente entre nuestras ideas (teorías) y la práctica curricular. No existe un "vacío" entre la teoría y la práctica, como si ambas pertenecieran a dominios separados o de desarrollo diferente; por el contrario, la práctica educativa no siempre esta enmarcada en una teoría, y la teoría educativa no siempre nace de la lucha para entender la educación como actividad práctica; así, teoría y práctica son dominios indivisibles, partes constitutivas del hecho educativo.

Se necesita todavía examinar las nociones de "teoría" y "práctica", las diferentes relaciones que pueden existir entre ellas y la "educación". Por lo tanto, es necesario reflexionar sobre el problema central de la teoría del currículum, entendido como el doble problema de las relaciones entre la teoría y la práctica, por un lado, y el de las relaciones entre educación y sociedad, por otro.

EL PROBLEMA DE LA REPRESENTACION EN EL CURRÍCULUM: El modo escogido por los miembros de una sociedad para representar sus estructuras internas (estructuras de conocimiento, relaciones sociales y acción) de generación en generación a través del proceso de educación, refleja los valores y las tradiciones de esa sociedad con relación al papel que tiene la educación; su visión del conocimiento (teoría) y la acción (práctica) en la vida y en el trabajo de las personas educadas y su visión de las relaciones entre teoría y práctica en el proceso de educación mismo. Por esta razón, Lundgren [13] habla del problema central del currículum como el "problema de la representación". Ciertamente, ninguna sociedad tiene un único conjunto de

perspectivas sobre estos problemas, ni efectúa sus opciones acerca de ellos en actos aislados de toma de decisiones sobre el currículum; tales perspectivas son discutidas, con diferentes individuos y grupos que hacen elecciones distintas a la luz de valores y circunstancias diversos e influyen sobre incontables decisiones en multitud de formas. Las teorías sobre el currículum evolucionan y cambian, como lo hace la práctica curricular.

REPRESENTACION DEL CURRÍCULUM: CONTENIDOS, OBJETIVOS ORGANIZACIÓN Y MÉTODOS. Lundgren [13] afirma que los curricula son los textos producidos para resolver el problema de la representación. Utiliza el término "textos" en un sentido amplio, incluyendo no sólo

1. el sentido obvio de materiales escritos para los estudiantes (libros de texto, materiales curriculares, fichas para los estudiantes, etc.), sino también
2. las instrucciones o consejos para los profesores, y también quizá
3. el "texto" verbal, aunque no escrito, de las exposiciones en clase, o
4. los patrones no escritos y no verbales de la actividad de clase o de la vida de la escuela.

Una "lectura" de estos "textos" de la institución educativa y de la clase puede revelar algunos de los principios del currículum que le han dado forma (y algunos de los supuestos que lo han modelado de manera inadvertida).

El currículum, según Lundgren, incluye:

1. Una selección de contenidos y de objetivos para su reproducción social; es decir, una selección de los conocimientos.
2. Una organización del conocimiento y de las destrezas.
3. Una indicación de los métodos relativos a los contenidos que deben ser compartido: su orden y control.

REFLEXIONES HACIA UNA TEORIA CRÍTICA DEL CURRÍCULUM:

1. HACIA UNA ELABORACIÓN TEÓRICA CURRICULAR EMANCIPADORA. Stenhouse [20], expone una crítica a los modelos de objetivos (tras considerar un conjunto de argumentos en su contra, hace su propio alegato a partir de dos objeciones: que los modelos de objetivos confunden la naturaleza del proceso de mejorar la práctica). Presenta entonces un modelo alternativo, "un modelo de proceso" para el desarrollo del currículum, mostrando cómo el conocimiento y la comprensión se desarrollan a través de procedimientos que no determinan los resultados del aprendizaje, sino más bien invitan a la investigación creativa y crítica que lleva a los estudiantes más allá de la esfera que pudiesen especificar los docentes o los planificadores del currículum; resumiendo, invita a los estudiantes a pensar por sí mismos y no a repetir las elaboraciones de sus docentes. También expone un modelo para la investigación del currículum necesario para explorar las ideas y aspiraciones del mismo en y a través de la práctica. Se trata del modelo del "profesor como investigador". Desarrolla esta noción en referencia a la de "profesionalidad prolongada", cuyas características fundamentales son:

> El compromiso para el enriquecimiento sistemático de la propia enseñanza como base para el desarrollo; el compromiso y las destrezas para estudiar la propia enseñanza; el interés para cuestionar y probar la teoría en la práctica mediante el uso de esas destrezas.

En resumen, los "profesionales prolongados" serán docentes investigadores que llevan a cabo una adecuada investigación y un desarrollo apropiado del currículum por sí mismos (aunque puedan ayudarles otros en su trabajo), y carguen con la responsabilidad de probar sus teorías sobre el currículum en su propia práctica curricular.

Stenhouse [20] se queda corto al prescribir la naturaleza de la organización profesional de esta tarea en torno al profesor o docente individual como investigador. Este enfoque sobre los profesores individuales es un elemento necesario para la emancipación de la profesión de las autoridades externas sobre el currículum, pero no es suficiente, la tarea requiere una mayor organización de los esfuerzos en la profesión, y una atención más sostenida sobre las formas mediante las que el currículum es estructurado para los profesores por los organismos exteriores a la institución. El profesor no está solo en la estructuración del currículum; estudiando los procesos mediante los que se estructura fuera de la institución, la profesión será esencial para lograr una plataforma crítica desde la que será posible la reconstrucción. Los teóricos críticos del currículum se han centrado en este trabajo.

2. LA IDEOLOGÍA Con el fin de describir las diferencias existentes entre las perspectivas enfrentadas en las cuestiones de la educación, necesitamos examinar lo que hay "detrás" de sus alegatos y características específicamente educativos, yendo a las perspectivas más generales y fundamentales sobre la vida social, al hacerlo estamos considerando el carácter ideológico general del pensamiento sobre la educación. El significado adoptado por el autor(S. Kemmis. El Currículum: más allá de la reproducción. Editorial Morata, Madrid 1920), toma esta relación dialéctica entre la conciencia individual y la estructura social, considerando la ideología en referencia a los procesos y prácticas sociales mediante las que las estructuras características de la vida social se reproducen y mantienen tanto en la conciencia de los sujetos como en las prácticas y relaciones sociales características de la vida social en una sociedad concreta. En concreto,en cada circunstancia y momento, es necesario despojarse de toda ideología para dar paso al aprendizaje genuino.

3. LA IDEOLOGÍA DOMIMANTE EN EL CURRÍCULUM. El currículum escolar, como otros aspectos de la vida social, está formado y modelado ideológicamente. Así, las formas dominantes del currículum escolar reflejan las formas ideológicas dominantes de la sociedad. La vida y el trabajo de las instituciones educativas puede caracterizarse en los mismos términos que la vida y el trabajo de la sociedad en general: cientifistas, burocráticos y técnico-instrumentales.

4. LA IDEOLOGÍA DOMINANTE EN LA ELABORACIÓN DE LA TEORÍA DEL CURRÍCLUM. La ideología dominante de la sociedad se expresa no sólo en la escolarización y en el currículum de las instituciones educativas, sino también en la elaboración teórica sobre el mismo. Utilizando las categorías: lenguaje y discurso, relaciones sociales y organización,y finalmente acción y práctica, podemos señalar el predominio de:

   4.1) Las TEORIAS TÉCNICAS DEL CURRICULUM en la elaboración, es caracterizada como: cientifista, burocrática (o administrativa) y tecnicista. En contraste con las teorías técnicas;

   4.2) Las TEORÍAS PRÁCTICAS DEL CURRICULUM pueden describirse como humanistas,

liberales y racionalistas. Es humanista en el sentido de que está regida por los ideales humanistas de la tradición de la ilustración y por antiguas concepciones de la moral y de la vida virtuosa. Este humanismo puede contrastarse con el cientifisismo de las teorías técnicas. Es liberal en el sentido de que adopta un punto de vista liberal sobre la organización social: una perspectiva de la sociedad democrática en la que todos tienen la oportunidad de participar en el debate sobre el mundo social y en el que la fuerza del argumento basta para obligarnos a tomar decisiones prácticas. Esta perspectiva liberal puede contrastarse con la burocrática y administrativa de las teorías técnicas del currículum.Es racionalista en el sentido de que adoptan una teoría racionalista de la acción, que considera ésta como realización de ideas, puede ser comparada con la perspectiva tecnicista, instrumentalista, de las teorías técnicas del currículum, que contemplan la acción educativa en términos de producción (incluso quizá como producción): la producción de los fines a través de los medios establecidos.

Las perspectivas sobre la elaboración de la teoría del currículum persiguen la desideologización en el doble sentido de que describen las formas de considerar el trabajo del currículum, por una parte, y reflejan las imágenes que los teóricos del currículum tienen acerca del trabajo de construcción teórica curricular, por otra. Si un teórico del currículum considera el trabajo de las instituciones educativas como técnico, desarrollará teorías del currículum que tratarán de regularlo como tecnología; si las condiciones de trabajo de esta persona le animan a adoptar la postura del tecnólogo en la división del trabajo de la organización escolar, estas condiciones laborales resaltarán la imagen de la teoría del currículum como técnica, reforzando la conducta adecuada a esta visión del teórico. Si, por otra parte, un teórico del currículum considera el trabajo de las instituciones educativas como ejercicio de la razón práctica, ayudará a desarrollar una teoría práctica; si las condiciones de trabajo de esa persona le animan a adoptar una relación con los profesores de manera que pueda desarrollar sus propias habilidades en la deliberación práctica, sus condiciones laborales reforzarán su imagen del currículum como actividad práctica y resaltarán la conducta del teórico adecuada a esta perspectiva sobre la elaboración de la teoría curricular. Esta relación entre las condiciones laborales del teórico (como tecnólogo o como intérprete del mundo de la educación) y la clase de teorías es dialéctica.

LA TEORÍA CRÍTICA DEL CURRICULUM Esta teoría trata de trascender la oposición entre las teorías técnicas y prácticas en cada uno de los niveles: lenguaje y discurso, relaciones sociales y organización,y, acción y prácticas. Las teorías críticas del currículum trascienden la oposición del discurso cientifista y de humanista en otro dialéctico (interrelacionando sujeto objeto, individuo y sociedad, conciencia y cultura, etc.); trasciende la oposición de las perspectivas burocráticas de la organización social en otra de participación democrática y trasciende la oposición de las perspectivas de la acción técnica, instrumental y racionalista en otra emancipadora construida en términos de preparación. En el nivel de la organización social, las teorías críticas del currículum no aceptan ni los puntos de vista burocráticos. Esta perspectiva crítica adopta un criterio participativo democrático, es decir: trata de establecer un orden en el que todos puedan participar en la toma de decisiones . Ésto implica una cierta restricción impuesta a los individuos (el consentimiento para considerar los intereses colectivos por encima de los propios), del mismo modo que impone una restricción al grupo, a la colectividad y al estado (el consentimiento para considerar las libertades de los individuos como agentes morales), que dan las condiciones suficientes para la conciencia. El Cuadro 3.1, resume lo anterior: Si los teóricos del currículum son profesores, qué pedagogías adoptan en su elaboración del currículum (las formas de dirigirse a

Tabla 3.1: Puntos de vista sobre la Teoría del Curriculum

	Técnico	Práctico	Crítico
Lenguaje y discurso	Cientifista	Humanístico	Dialéctico
Relaciones Sociales y organización	Burocráticas	Liberales	Participativas, democráticas, comunitarias
Acción y prácticas	Tecnicistas	Racionalistas	Emancipadoras (preparación)

los profesores y demás personas en la educación)?. Proponemos una pedagogía crítica (por tanto una didáctica crítica) que busca emancipar a los docentes, a los estudiantes y a otras personas de las constricciones impuestas por la irracionalidad, la injusticia y la coerción que normalmente oprimen y deforman el trabajo educativo.

PEDAGOGÍA CRÍTICA Y DIDÁCTICA CRÍTICA: Tratemos primero, pedagogía crítica, puesto que la Didáctica se encuentra dentro de las ciencias de la educación o de la pedagogía.

1. LA PEDAGOGÍA CRÍTICA: En general se entiende por pedagogía crítica aquella orientación de la educación que hace referencia a una teoría filosófica cuyo objeto es revisar los postulados que han venido justificando la práctica socioeducativa y habitual de nuestra civilización occidental.
2. CONCEPCIÓN EMANCIPADORA DE LA PDAGOGÍA: se refiere al sujeto de la educación no como a un individuo, sino como a un colectivo abstracto, la "nueva generación", enfatiza la necesidad de capacitar a este sujeto, para una crítica ideológica y social, con la intención de que este llegue a la mayoría de edad o autodeterminación, materializable en saber elegir sus metas y valores, cuestionando la racionalidad técnica, las situaciones de dominio y el positivismo filosófico que las sustenta.
3. CONCEPTUALIZACIÓN DE PEDAGOGÍA CRÍTICA: Según Rojo [17], considera a la Pedagogía Crítica como: "Ciencia que trata del desarrollo de la racionalidad humana, mediante un proceso de análisis de la realidad educativa y de una reflexión sobre tal exploración, en orden a liberar a la persona y a la sociedad de las distorsiones que las ideologías imperantes pueden introducir en la organización de las estructuras socioculturales".
4. DIDÁCTICA CRÍTICA
   - Pérez Gómez(1988,15-25), refiriéndose a la enseñanza como objeto de la Didáctica, da cuenta de dos teorías referenciales: la artística y la logarítmica. La primera define la enseñanza, desde una perspectiva artística, como la actividad de una persona que intenta facilitar el aprendizaje a otra y proyecta la tarea de construir no una ciencia de la enseñanza, sino las bases científicas para el arte de la enseñanza. La segunda concibe a la enseñanza como un proceso algorítmico o conjunto de instrucciones acerca de las operaciones a realizar para resolver el problema de la instrucción.
   - Martin Rodríguez Rojo, para considerar una definición de Didáctica Crítica: propone la clasificación de las corrientes metateórico-didácticas, que expone Contreras (1991,188) mediante:
     4.1) Teorías que hacen una opción normativa para la enseñanza.
     4.2) Teorías que plantean un procedimiento técnico científicamente fundamentado.
     4.3) Teorías que plantean sólo la explicación-investigación del currículo.

4.4) Teorías que expresan una visión crítica del currículo.

4.5) El lenguaje práctico como forma de tratar el currículo y

4.6) Teorías que entienden la práctica del currículo como un proceso de investigación.

En línea con la Didáctica crítica está la definición enseñanza que PÉREZ GÓMEZ construye: "el proceso que facilita la transformación permanente del pensamiento, las actitudes y los comportamientos de los alumnos/as, provocando el contraste de sus adquisiciones más o menos espontáneas en su vida cotidiana con las proposiciones de las distintas disciplinas científicas, artísticas y especulativas, y también estimulando su experimentación en la realidad". Definición de enseñanza que está en coherencia con la que el mismo autor tiene de educación: "un proceso en el que los alumnos desarrollan sus potencias intelectuales mediante el uso de las estructuras públicas del conocimiento para construir su comprensión personal de las situaciones de la vida".

5. ELEMENTOS O COMPONENTES DIDÁCTICOS: Toda conceptualización o definición de didáctica, desde cualquier enfoque que se pretenda, debería cumplir alguna condición o requisito. Estos son los elementos o componentes didácticos:

5.1) La metadidáctica que se refiere a los fundamentos y referentes teóricos,

5.2) La teoría propiamente dicha

5.3) La dimensión teleológica. Paz o triple armonía: autodeterminación o decisiones consensuadas, solidaridad universal.

5.4) La dimensión temática. Los problemas de la vida como contenidos didácticos en relación con los conocimientos culturales.

5.5) Metódica y matética. Procesos tendencialmente simétricos de comunicación (métodos) y que pretenden provocar y facilitar el aprendizaje.

5.6) La mediática. Conjunto de medios didácticos, tanto materiales como humanos. Recursos coherentes con la comunicación y horizontales entre la comunidad escolar.

5.7) El contexto. Lugar donde se produce el proceso de enseñanza-aprendizaje. El aula o cualquier otra situación de enseñanza-aprendizaje: dimensión organizativa de la situación y por último.

5.8) La evaluación. No hay orientación didáctica sin comprobación del proceso. La dimensión central de la simetría comunicativa en el acto didáctico exige una concepción de la evaluación como un diálogo entre la comunidad educativa.

La siguiente definición de Didáctica crítica expuesta por: Rojo [17], tiene en cuenta los elementos y características anteriores:

> Se entiende por Didáctica crítica la ciencia teórico-práctica que orienta la acción formativa, en un contexto de enseñanza-aprendizaje, mediante procesos tendencialmente simétricos de comunicación social, desde el horizonte de una racionalidad emancipadora.

El presente diseño curricular está orientado por una visión de futuro HOLÍSTICA y una concepción abierta, que dan lugar a la configuración formal de las teorías, superando la pretensión positivista del "método inductivo" de necesaria referencia empírica en última instancia. Por el contrario, se presentan teorías desde un punto de vista formal; pero, su eventual aplicación aparece sólo como soporte de las respuestas relativamente satisfactorias originadas en los procesos de

modelización, de acuerdo a la visión filosófica de Karl Pooper [15], Imre Lakatos [11] y George Polya [16]. Esta renovada visión, que hace posible la más amplia aplicación, supera la desgastada separación entre ciencia pura y aplicada, tendiendo un saludable puente entre el sentido común y el pensamiento racional, históricamente distantes y hasta contrapuestos. En el análisis de intensión aplicativa se busca relacionar componentes de modo que se expresen cualidades resultantes de orden mayor que la mera suma de la acción de dichos componentes (sinergia). Este enfoque de análisis sistémico supone la alternancia consciente de consideraciones teóricas y metateóricas, para ajustar sucesivamente la bondad de los modelos matemáticos.

A lo anterior, se añade otro ingrediente conceptual, la consideración holográfica de los componentes; donde cada factor de un proceso no solo está relacionado con los otros componentes, sino que es portador informático de la totalidad del proceso. Los cánones de la dialéctica permiten esquematizar la conducta fenomenológica de los procesos, advirtiendo que las contradicciones naturales de los rasgos distintivos de los componentes de un proceso, se resuelven en un todo provisionalmente consistente, para dar lugar, de modo cíclico, a una nueva configuración contradictoria. Así por ejemplo, en el proceso de aprendizaje, se tienen esencialmente dos actores; cada uno de ellos concibe el proceso desde un punto de vista distinto; y, la contradicción se resuelve en la síntesis del saber madurado (susceptible siempre de ser corregido o profundizado).

De las variadas corrientes filosóficas que analizan el problema gnoseológico de la matemática, el presente Plan de Estudios considera relevantes el formalismo, el logicismo y el intuicionismo. La primera bajo la noción del método axiomático propuesto por el matemático alemán D. Hilbert, la segunda se refiere al logicismo propuesto por el matemático inglés B. Russel, quien intentó trasladar la matemática al área de la lógica filosófica para dotar a ésta de un marco científico preciso y, la tercera, el intuicionismo, tesis defendida por el matemático holandés Brouwer, quien manifiesta que la matemática está constituida por arreglos de pensamientos a los cuales hay que construirlos a partir de las definiciones básicas como punto de referencia y niega la existencia del algoritmo natural como solución a descubrir.

En particular, debe destacarse que el formalismo matemático inicia su construcción en una idea que sustenta la existencia del objeto matemático en un sistema de referencia basado en el orden. Orden que organiza la experiencia y ésta, a su vez, se registrará en reglas operativas para los objetos, de allí se edifican las definiciones primitivas, postulados y axiomas que levantarán la estructura matemática, mediante las transformaciones de las proposiciones, lema, teorema corolario y proposiciones. La historia lo ilustra tempranamente con el genial trabajo del ilustre organizador griego Euclides, quién sistematizó por vez primera la geometría, hoy llamada euclidiana, en su obra principal Elementos de Geometría. Las reglas que enlazan funcionalmente los objetos con su sistema de referencia formarán parte de un Sistema Formalizado Matemático en donde, se entiende como formalización a un conjunto de leyes descubiertas en el seno de su misma estructura, la que mantiene su consistencia en las demostraciones.

3.1.1. Modelización

La forma de incorporar conocimiento científico a una intervención que persigue resolver algún problema observable, experimental o simplemente hipotético, corresponde a la fenomenología de la modelización; la cual, asume sin rubor la perfectibilidad y falibilidad de las afirmaciones científicas (muy al contrario de la infundada certeza de las afirmaciones ideológicas). Se esbozan razonables esquemas alternativos que representan al fenómeno; luego, cuando se tiene una configuración de objetos y relaciones expresable simbólicamente, se recurre a la apropiación de una o más teorías

científicas (que el modelo no puede verificar, pero que podría refutar empíricamente); la teoría arroja resultados que, eventualmente, facilitan soluciones satisfactorias, en sentido práctico; de lo contrario, se replantea el esquema renovándose el ciclo.

El proceso de modelización no pretende, ni mucho menos, establecer procedimientos conductuales que produzcan conclusiones "verdaderas"; sin embargo, sin ánimo de reglamentar, podemos señalar algunas pautas.

Definición del Problema Como parte de la realidad objetiva, en la práctica, los humanos actúan sobre la realidad, persiguiendo determinado objeto para satisfacer cierto "encargo social" destinado a resolver algún problema o satisfacer alguna necesidad.

Esquema Inicial Es la descripción simbólica de los objetos y las relaciones que reporta la consideración del problema o disposición observada.

Inserción de Recursos Teóricos El esquema previo suele sugerir, por analogía formal, la posibilidad de aplicar determinadas teorías científicas.

El Modelo Una vez que se ha logrado expresar los fenómenos en cuestión con el soporte de una o más teorías, la descripción de los mismos se enriquece con el simbolismo científico y se sujeta a delimitados procesos deductivos; en ese momento, podemos considerar que el inicial esquema es ya un modelo.

Desarrollo El modelo, al introducir teorías, produce resultados por simple deducción. Es decir, enunciados plausibles deben ser demostrados a partir de las hipótesis.

Contrastación Los resultados "teóricos" deben validarse con relación a la conducta de los fenómenos en estudio (por observación, experimentación o simulación). En general, los resultados teóricos son una aproximación de los observados y precisan una corrección o ajuste del modelo.

Replanteo De acuerdo a la bondad del modelo -diferencia entre lo anticipado y lo observado, se replantea el modelo, reduciendo o ampliando el soporte teórico; o, simplemente, realizando ajustes técnicos, como modificar el rango de algunos parámetros.

Nueva Contrastación Se genera un ciclo de perfeccionamiento del modelo hasta que las respuestas del mismo resulten simplemente satisfactorias, en función de los requerimientos, considerando elementos económicos, operativos, administrativos. etc. La calibrada bondad del modelo, que no debe ser más fino de lo necesario, da lugar a su viabilidad, en términos de proyecto.

3.1.2. Enculturación de la Ciencia

Las científicos actuales realizan un espontaneo esfuerzo por realizar presentaciones cada vez más accesibles a una audiencia profana, con el propósito de superar la condición esotérica de las disciplinas científicas, insertando con propiedad sus ricos conceptos al discurso vulgar. Es necesario, sin embargo, superar las perversiones abandonadas por el modernismo, como las inopinadas certezas "científicas" de orden periodístico o político "...está científicamente comprobado que...", siendo que, sin excepción, todo científico enuncia sus resultados, reiterando siempre el carácter provisional y eventualmente refutable de sus afirmaciones.

3.2. Diagnóstico del Avance y Aplicación del Modelo Vigente

En la gestión 2014, el Honorable Consejo de Carrera de Matemática habiendo analizado que el Plan de Estudios vigente data desde la gestión 2007, resolvió convocar a las Jornadas Académicas para analizar y discutir la necesidad de una reformulación del Plan Académico de Licenciatura en Matemática y de la Maestría Terminal en Matemática incorporada desde el Plan 2007. En la jornadas de discusión iniciada en 2014 con una magna asistencia de docentes y estudiantes de la Carrera se acuerda reformular el Plan vigente de Licenciatura y Grado Terminal de Maestría en Matemática y plantea crear un Nuevo Programa Académico de *Licenciatura en Matemática Aplicada* también con grado Terminal de *Maestría en Matemática Aplicada* en cuatro semestres adicionales a la Licenciatura. Las Jornadas Académicas organizadas en comisiones y subcomisiones termina con un informe final ante la Plenaria durante el primer semestre de la gestión 2015. Posteriormente las mallas curriculares construidas en las Jornadas Académicas para la Licenciatura en Matemática y Matemática Aplicada con sus respectivos grados terminales de Maestría son Aprobadas en una Asamblea Docente Estudiantil, donde se destaca la creación del nuevo Programa en Matemática Aplicada con tronco común a la Licenciatura en Matemática Pura hasta el cuarto semestre. Esta decisión es resultado de un análisis del desarrollo de las matemáticas en un país en vias de desarrollo como es Bolivia. La Matemática Aplicada pretende cubrir de teorías y aplicaciones de la Matemática orientada a resolver problemas reales mediante un desarrollo de Modelos Matemáticos aplicados en diversas áreas del desarrollo humano.

En la reformulación plantea una reestructuración de las materias básicas en Cálculo y Álgebra así como en las materias complementarias en los cuatro primeros semestres, en donde el enfoque de los contenidos se debe desarrollar gradualmente desde lo concreto hacia lo abstracto de manera que el estudiante además de asimilar los conceptos matemáticos tenga las capacidades de aplicar las herramientas para resolver cuantitativamente problemas con datos numéricos.

3.2.1. Retrospectiva de Licenciatura en Matemática

El curriculum de 1994 fue concebido para graduar profesionales con grado académico de **Licenciado en Matemática** que se alcanza al completar el Plan de Estudios de 10 semestres. Entre tanto, en las gestiones 1996–1997 la Facultad, en una acción conjunta, habilitó un grado académico intermedio con título profesional llamado **Bachiller Superior en Ciencias** con mención *Matemática*. Al igual que para otras Carreras de la Facultad, se estableció, como modalidad de graduación, la simple aprobación de las asignaturas hasta el *octavo semestre*; mientras que, para la licenciatura, es requisito sustentar una tesis ante un tribunal examinador. Hay que resaltar que el grado de Bachiller Superior fue recomendado, para todas las carreras no técnicas de la Universidad Boliviana, por el IX Congreso Nacional de Universidades en el Artículo 8 inciso c) del Reglamento General de Títulos y Grados.

3.2.2. Curricula 1967, 1974, 1976 y 1983

La Carrera de Matemática, con más de un tercio de siglo de vida, ha implantado cinco planes de estudio: el primero cuando nace en 1967, el segundo en 1974, el tercero en 1979, el cuarto en 1983, y el quinto en 1994. Los planes de estudio antes de 1983 eran administrados por profesionales de formación de Ingeniería; ya que, el Departamento de Matemáticas en Ciencias

Básicas se creó especialmente para dar apoyo con materias básicas a las Carreras de Ingeniería, por lo que los primeros alumnos de la Licenciatura en Matemáticas fueron, a partir de cierto nivel, prácticamente autodidactas o migraron a otras universidades en busca de terminar su profesionalización. Desde los ochenta, en la medida de que crecía el número de estudiantes, fue evolucionando el proceso formativo con la paulatina incorporación de docentes matemáticos; proceso que encuentra un grado satisfactorio en la década de los noventa. Es es así que, en estos últimos años, se pone más atención a las materias de la especialidad y a los proyectos de investigación o de interacción social, sin descuidar la calidad y la pertinencia de las asignaturas de servicio, haciendo grandes esfuerzos para atender la creciente demanda, pese a la limitada disponibilidad de carga horaria.

La unidad académica de Matemática ha tenido en su plantel distinguidos docentes, quienes han permitido a la Carrera formar profesionales de alta calidad al servicio de la educación superior y de la comunidad, que reportan un reconocido prestigio tanto en nuestro medio como en el extranjero. Los graduados de La Carrera de Matemática de la UMSA se sienten orgullosos y vivamente motivados; están conscientes de su sólida formación científica; encuentran natural la formación continua; tienen una gran versatilidad para adecuar su desempeño profesional a la dinámica de la de la ciencia y de sus aplicaciones, así como a las demandas emergentes de una sociedad en acelerada transformación; están formados para operar eficazmente como protagonistas de la innovación. El Plan de Estudios 1994 se ajusta periódicamente en términos de la visión emergente de la misión institucional, enfatizando los aciertos, perfeccionando la práctica académica con la oportuna remisión de defectos.

3.2.3. Curricula 1994: Resolución HCU 057/96

En las largas jornadas académicas del año 1993 se inició el nuevo proceso de diseño curricular para la Licenciatura en Matemática, mucho más meditado y estructurado que el analógico listado de materias del tradicional pensum. Para ello, se hizo un diagnóstico del desarrollo curricular de planes pasados; se definió el perfil profesional; se señalaron objetivos y se fijaron metas de la Carrera de Matemática. Se estructuró el Plan de Estudios con ciclos académicos y las áreas troncales de estudio, dando flexibilidad en cuanto a sus materias electivas y optativas, para facilitar, sin perder profundidad, la graduación en diversidad de orientaciones, tanto teóricas como aplicadas. A la fecha, luego de más de cinco años de ejecución del nuevo curriculum, ya se tiene los primeros graduados con sólida formación profesional de carácter nítidamente científico, desde sus primeros semestres de estudio. Varios graduados siguen hoy, con marcado éxito, estudios en programas de post grado sin ninguna dificultad.

3.2.4. Curricula 2002: Resolución HCU 168/2003

El Plan 2002 es un plan reestructurado del Plan 1994 donde se reajustan algunos contenidos y se salvan algunas observaciones administrativas conforme a las disposiciones de los reglamentos universitarios. El la puesta en vigencia de este plan, todo estudiante del plan 1994 pasó al nuevo plan mediante una tabla de convalidaciones elaborada expresamente y en menos de cinco años ya se tuvo los primeros graduados con una solvencia académica comparable con niveles que van mucho mas allá de los programas clásicos de Licenciatura en Matemática, pues nuestras materias terminales de licenciatura de cinco años son precisamente materias de primer año de cursos de

maestría de otras universidades, por lo tanto en nuestro medio fue necesario reestructurar de manera que la licenciatura quede en cuatro años.

3.2.5. Curricula 2007: Resolución HCU 499/2006

El Plan 2007 precisamente responde a la necesidad de replantear la Licenciatura en Matemática en cuatro años con Grado Terminal de Maestría en Matemática a fin de graduar al estudiante con Grado Académico comparable con los Programas de Matemática de otras Universidades del extranjero en donde los programas equivalentes a nuestra licenciatura solamente tienen duración de cuatro años y los estudiantes en su mayoría son asimilados inmediatamente a los cursos de Post–grado. Sin embargo, este plan respeta casi en su totalidad toda la filosofía del Plan 1994 y 2002, en donde las materias básicas ya se desarrollan con enfoques totalmente analítico y abstracto observándose una debilidad de los estudiantes en plantear y resolver problemas aplicación o ejemplos con datos concretos.

3.2.6. Evaluación de la Curricula 2007

La evolución dinámica y exponencial de nuevas teorías, la aplicación cada vez mas generalizada y profunda de la Matemática, así como condición de pilar formativo en la Educación, nos llevó a encarar la evaluación del plan de estudios en procura de reforzar sus aciertos y superar sus defectos, para reorientarlo con una muy sustentada y plausible visión de futuro. Los nuevos profesionales matemáticos, ya no simples especialistas puntuales, sino versátiles científicos que, por su formación básica sólida y amplia, además de su específica profundidad, puedan desenvolverse con soltura en los dinámicos escenarios de las teorías matemáticas y de sus aplicaciones. A través de los proyectos del Instituto de Investigaciones Matemáticas, se contribuye al País, institucional y profesionalmente, mediante la modelización de problemas -que reportan satisfactorias soluciones-; y, no menos importante, se aporta con lo sustantivo al proceso de transformación del Sistema Educativo Nacional, es decir, se enriquecen planes y programas con contenidos científicos, tanto en el diseño como en el desarrollo curricular.

Para cumplir los propósitos señalados, durante las Jornadas Académicas 2014-2015 se puedo establecer que las filosofías de los planes 1994, 2002 y 2007 de ser analíticos y abstractos desde los primeros semestres forman buenos matemáticos en la Matemática pura pero con debilidades en cuanto a enfrentar problemas concretos de la propia matemática y de la aplicación de la Matemática en pretender resolver problemas reales. Pues es evidente que en general para poder plantear soluciones a los problemas mediante un desarrollo de modelos matemáticos es necesario que en la etapa formativa los estudiantes sean capacitados el desarrollo de las materias con un enfoque concreto a fin de asociar los conceptos matemáticos a la interpretación de los mismos en los diversos campos de aplicación. Por tanto, el replanteo de las filosofía del desarrollo de las materias básicas durante los primeros cuatro semestres es esencial de manera que graduado tenga las capacidades de plantear y resolver problemas reales o teóricos con datos concretos.

Más aún, a fin de profundizar la Matemática Pura y Aplicada en Bolivia como una alternativa concreta para contribuir de manera más significativa y mediata al desarrollo del país, la Carrera de Matemática de la UMSA, luego de un proceso de discusión interna que se inicia en las Jornadas Académicas en el segundo semestre de 2014 y que culmina definiendo las nuevas directrices de la Carrera en una Asamblea Docente Estudiantil en 2015, plantea la creación del nuevo Programa de Licenciatura en Matemática Aplicada con Grado Terminal de Maestría en Matemática Aplicada.

A fin de garantizar un tronco común entre ambas orientaciones, los primeros cuatro semestres son comunes a la matemática pura y a la matemática aplicada, y todas materias troncales de un plan son electivas para el otro plan, la versatilidad en ambos planes se amplía y, en particular, la matemática puede ser profundizada a la vez que amplía su cobertura temática al ámbito aplicado.

3.2.7. Análisis FODA

A siete años de la implementación del Plan 2007 bajo la filosofía del Plan 1994, se pudo establecer que en el tiempo el plan ha sufrido algunos cambios en su filosofía dado que han cambiado algunos operadores académicos. Por lo que es necesario evaluar los objetivos, el perfil profesional, el diseño de las asignaturas, etc. Sin embargo, es necesario hacer el análisis FODA a fin de establecer algunas características favorables y desfavorables del plan actual y replantear las amenazas y debilidades.

Fortalezas

- Docentes actualizados y capacitados con bastante experiencia y trayectoria en la formación de futuros profesionales en el país.
- Excelente estructuración de la Curricula que va acorde con las exigencias de la enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.
- El enfoque analítico-conceptual desde las materias básicas proporciona una sólida formación en teorías matemáticas de una manera abstracta, la cual es una característica esencial de toto matemático.
- La redistribución de contenidos tradicionales en mas materias con inclusión de otros temas importantes hace que los temas sean desarrolladas de forma mas analítica.
- El nivel de las materias del ciclo de orientación ya alcanzan los primeros niveles de cursos de Maestría en Matemáticas, la cual facilita la inserción de nuestros graduados en los cursos de postgrado.
- Facilidad de manejo de conceptos con rigor lógico desde niveles iniciales por parte de los alumnos.

Oportunidades

- Los procesos de globalización demanda profesionales cada vez más competentes, en el área de matemática que tengan relación con las temáticas relacionadas al desarrollo sostenible de la calidad de vida.
- Mejora continua de la calidad de la formación de profesionales, sustentada en programas de estudios de pre y posgrado, para el mejor posicionamiento nacional e internacional y desarrollo de sus egresados.
- El graduado del Plan 2007 accede con facilidad a cursos de postgrado en Matemática pura.

- Las plazas de auxiliaturas de docencia están siendo cubiertas casi en su totalidad por estudiantes de este plan que con relación a los planes antiguos y de otras carreras.
- Los estudiantes tienen la oportunidad de sentir la pasión de la matemática desde los primeros semestres.
- Los estudiantes, desde los niveles intermedios, ya participan como expositores en eventos científicos como seminarios, simposios, congresos, etc.
- Los estudiantes de nivel de están formados suficientemente para desempeñarse como educador en Matemáticas tanto a nivel superior o secundaria con una formación adicional en Educación Matemática.

Debilidades

- Inexistencia de sistemas que mejoren la calidad de la enseñanza – aprendizaje, como la efectiva selección, evaluación, promoción y capacitación de docentes; efectiva selección, evaluación y consejería de alumnos; seguimiento de egresados; evaluación y actualización curricular y el trabajo interdisciplinario entre Facultades.
- Deficientes políticas e instrumentos para incentivos y sanciones, lo que constituye una pérdida de la identificación y compromiso con la institución por parte de los docentes y estudiantes, traducido a un menor tiempo de dedicación a la enseñanza y/o aprendizaje.
- Poca capacidad formativa en la resolución de problemas reales o teóricos con datos concretos a fin de interpretar adecuadamente las variables en los problemas aplicados.
- Insuficiente número de personal docente con formación en todas las áreas diversificadas que tiene el Plan 2007.
- Los niveles de materias de servicios de otras Carreras para las materias electivas y optativas no han sido satisfactorias conforme a los objetivos y filosofías del plan.
- La filosofía y los contenidos de algunas materias del ciclo básico e intermedio se modifican, tal vez sin una reorientación pertinente, con el cambio de los actores principalmente docentes.
- Falta de estructuración vertical y horizontal de contenidos de la malla curricular, habiéndose observado incoherencias y repeticiones de contenidos en diversas materias.

Amenazas

- Los estudiantes prestatarios de servicios de Matemática, de tendencia marcadamente instrumental, se resisten a integrar la operatividad con el enfoque analítico-conceptual, que su propio perfil requiere, reflejando su condición prosaica.
- La Carrera de Matemática sufre por la incomprensión que se deriva de la falta de discernimiento, que presenta el entorno universitario, entre el rigor (inexcusable en toda ciencia) y la formalidad (reservada a los teóricos).

3.2.8. Análisis del Perfil Profesional

La definición del perfil profesional, que encamina el plan de estudios 2007, muestra las características de un profesional matemático con sólida formación en teorías matemáticas formalizadas desde los primeros semestres del plan de licenciatura. Por otra parte, si bien el Plan 2007 incorpora algunas asignaturas de naturaleza aplicada, éstas no tienen la suficiente ampitud en su cobertura temática; asimismo, las materias básicas, particularmente las de Cálculo, se orientan rápidamente a los aspectos analíticos antes que a los propios de cálculo. Considerando los resultados de los estudios de demanda y mercado profesional, es necesario reajustar estos aspectos en el nuevo Plan de modo que la Carrera de Matemática cumpla también tanto con su responsabilidad de impulsar el desarrollo de la Matemática Aplicada en Bolivia como de garantizar una buena formación en aspectos propios del cálculo apropiadamente reforzados con un enfoque analítico riguroso.

3.2.9. Análisis de Objetivos

Consideramos que los objetivos del Plan 2007, con relación a las características esperados de graduados de los últimos años, han sido satisfactoriamente logrados. Con respecto a los objetivos generales planteados, la Carrera desde hace muchos años, trabaja en seminarios de investigación por áreas temáticas enriqueciendo progresivamente el desarrollo curricular, que incorpora siempre innovaciones no estructurales; hecho consistentemente reforzado por los posgraduados que regresan del exterior.

3.2.10. Necesidad de reformulación del Plan 2007

Como se ha manifestado en la Introducción, para restablecer la filosofía de la formación profesional del matemático, se tuvo que reestructurar el Plan de Estudios 1994 y replantear el Plan 2002, consolidando los aciertos y superando las deficiencias. Para ello, se perfeccionaron la definición del perfil profesional, los objetivos de la formación profesional y los objetivos y contenidos de las materias troncales, electivas y optativas. La visión holística del diseño curricular, en una configuración sistémica-conceptual, debe ser adecuada a los nuevos requerimientos marcados por el desarrollo del conocimiento y el propio desarrollo del país, y percibidos objetivamente a partir de los mencionados previamente estudios de demanda y mercado laboral del país.

3.3. Modelo del Curriculo Propuesto

El plan de estudios de la Carrera está configurado en función de la visión de futuro que orienta la actividad científica. Se incorporan gradualmente los ingredientes formativos, haciendo que el estudiante sea protagonista su propio aprendizaje hasta que, más temprano que tarde, logra aprender por su cuenta. En ningún momento se adopta una tendencia mecánica, pues todo momento es formativo, incluso para el docente. Se potencia la capacidad la capacidad de razonamiento inductivo, que pasa por justificar plausibles enunciados en contextos teóricos mínimos; es decir, formular conjeturas y demostrarlas (o refutarlas). Asimismo, el proceso formativo perfecciona una madurez conceptual que, como ejercicio intelectual básico, permite traducir razonamientos intencionales en extensionales y viceversa, para lograr comprensiones precisas de la connotación y la denotación de los conceptos, echo de inexpresable valor comunicacional y

pedagógico. La mentalidad formativa de la Carrera de Matemática adopta (o incorpora) las modalidades emergentes del Aprendizaje Conceptual. El profesional matemático es un eficaz agente de intervención científica (pese a su naturalidad, no es un producto simplemente cultural): presenta una sólida formación disciplinar contrastable con realidades próximas; se expresa con soltura fluidez y propiedad, tanto de manera oral como escrita, discierne categóricamente entre lo esencial y lo subsidiario, entre lo conceptual y lo técnico, logrando presentaciones simples y elegantes de conceptos y procesos complejos; ejerce, en consecuencia, el rol de educador en matemática con excelencia; desarrolla con solvencia teorías matemáticas; incorpora, con pertinencia, el razonamiento lógico al tratamiento de problemas del entorno inmediato; modeliza fenómenos; participa creativamente de equipos multidisciplinares; opera (eventualmente conduce) instancias de gestión académica; y, está especialmente capacitado para el diseño y el desarrollo de planes y programas formativos. Por la estructura de áreas de la Carrera, el profesional matemático formado con énfasis en el área de Matemática Aplicada está capacitado con ventaja comparativa para proseguir estudios de maestría y doctorado en áreas aplicadas de la tecnología y/o Ciencias Sociales.

El proceso de formación del profesional matemático se ajusta al perfil; en consecuencia, incorpora solvencia teórica garantizada; capacidad investigativa, capacidad para resolver problemas prácticos de diversa índole dentro de la fenomenología de la modelización; y, de manera deseable, buena disposición docente. Un país como Bolivia, al verse inmerso en una economía de mercado, donde prevalecerá la competitividad, tiene que acceder a los recursos emergentes de la globalización. La formación de recursos humanos capaces, creativos y diligentes para enfrentar ese desafío es irrenunciable como condición necesaria de viabilidad nacional. Una capacidad científica mínima residente es imprescindible para dar soporte a la evolución del Sistema Educativo y para generar respuestas científicas apropiadas, oportunas y desinteresadas a las demandas del desarrollo socio-económico y tecnológico.

Por otra parte, la Matemática, disciplina formativa por excelencia, desarrolla con gran eficiencia la potencialidad humana de razonar (obtener conclusiones válidas a partir de hipótesis arbitrarias); capacidad normalmente latente, que se hace necesaria a la hora de comprender fenómenos cuya descripción supone algo más que sentido común (obtener conclusiones favorables a partir de hipótesis realistas). La capacidad de discernimiento, al contrario que la sensatez, es objeto de desarrollo, puede y, quizá, deba educarse.

El pensamiento racional facilita las consideraciones críticas, el sentido de la proporción (por ejemplo para realizar un balance de riesgo - beneficio), el acceso a los procedimientos analíticos (para integrar enfoques parciales), la eventualidad de demostrar un enunciado, la capacidad de síntesis, el ejercicio de la creatividad, la contextualización de los aciertos intuitivos, la deducción correcta, la capacidad de plantear conjeturas razonables, el concebir procesos de abstracción (para diseñar modelos).

Lo que puede resolverse recurriendo sólo al sentido común no debe complicarse con teorías; sin embargo, todo parece sugerir que la complejidad emergente hace que el pensamiento racional sea algo más que opcional; es decir, el sentido común no parece suficiente para existir conscientemente. La tradicional visión utilitarista de la Matemática es, a la fecha, muy inocente; no existe una mágica colección de algoritmos -soñada por Leibnitz y Descartes- que resuelvan problemas eximiendo a los usuarios de la acción de reflexionar. El diseño curricular es un proceso típico de intervención. Una intervención , en el sentido de Tourin, es una acción institucional deliberada, organizada y medible sobre alguna porción de realidad, con el objeto de condicionar intencionalmente desenlaces declarados; la intervención incluye también los mecanismos de seguimiento de su incidencia en los procesos que perturba de manera tanto cuantitativa como cualitativa

(medición de impacto).

Un caso de vivo interés para la Carrera de Matemática es el de la "Educación Matemática". Se trata de una intervención en el Sistema Educativo Nacional para incidir significativamente en el diseño y el desarrollo curricular, con el propósito de insertar contenidos y prácticas científicas en el currículum de formación de maestros e incluso en el propio diseño curricular de la primaria y la secundaria. Todo ello, en compatibilidad con la introducción de practicables innovaciones pedagógicas y elaboradas estrategias de aprendizaje de la ciencia, adaptadas, en cada caso, a las particularidades del medio, garantizando siempre su pertinencia. El proyecto de Diseño y Desarrollo curricular pasó de una plena fase de implantación a un estado latente, a la espera de seguir contribuyendo, con la creciente presencia de la Carrera de Matemática, en el proceso de transformación del Sistema Educativo. El estudiante de matemática, salvo excepciones, se involucra en el hecho educativo y está preparado para ello.

La consolidación y proyección de las disciplinas científicas y humanísticas en el país es de responsabilidad estatal; puesto que ni la sociedad ni el mercado muestran el menor interés por este tipo de prácticas. La doctrina minimal del Estado le asigna un rol económico complementario; es decir, el Estado (al menos) debe ocuparse de aquellos aspectos de interés público que ni la sociedad civil ni el mercado atienden. Obsérvese que, lejos de atenerse a este principio, los organismos estatales (v.g. Universidades), con sugestiva prioridad, se concentran en actividades redundantes, que ya están resueltas por el mercado; por ejemplo, la Universidad Pública utiliza gran parte de sus limitados recursos en graduar masivamente profesionales en trasnochadas menciones saturadas por la oferta privada. Lo correcto, sin soñar con algo de racionalidad, sería alentar, para beneficio público, el desarrollo de aquellas disciplinas que el mercado no resuelve, pero que el país necesita; en especial, las Ciencias.

Por lo señalado, pese al dominio abrumador de las actividades vinculadas al comercio o al conflicto social, la Matemática se proyecta, constructiva, sobre la base institucional de las postergadas unidades científicas públicas.

La estructura formativa del profesional matemático boliviano garantiza, en el plano estrictamente científico, una muy alta calidad; la cual, es acreditada por numerosos testimonios oficiales de pares disciplinares. Como característica particular, el matemático boliviano tiene una disposición pedagógica y docente muy bien reconocida (pero no muy bien remunerada).

Los matemáticos desarrollan procesos deductivos formales en estructuras teóricas de la mayor variedad (téngase en cuenta que el concepto de complejidad nace del vínculo combinatorio de relaciones entre objetos). La Matemática no tiene fronteras; en realidad, toda configuración formal de objetos, que se prolongue a partir de una teoría de conjuntos, es una teoría matemática.

El matemático, en última instancia, demuestra (no sólo convence). Es decir, se conduce en sistemas formales. Los propios modelos matemáticos, que simplemente tratan de representar fenómenos, al recurrir a teorías científicas, se adscriben a sus mecanismos deductivos.

Los profesionales matemáticos, por su formación integral, tienen tanto la capacidad de desarrollar teorías científicas, como el poderoso recurso pragmático de la modelización que, aprovechando la tecnología emergente, ofrece innovaciones operables, gracias a la creatividad de los actores inteligentes. La Matemática tiene relación con todo el saber humano. Es más, la naturaleza de construcción del conocimiento genera sucesivos niveles de abstracción, en cada vez más ordenados esquemas que finalmente se ajustan en formas de organización simbólica: la Matemática. Así, prosaicos problemas groseramente planteados y aparentemente muy complejos se resuelven en diáfanas presentaciones y en soluciones simples.

Las áreas formativas tienen base en la lógica matemática y la teoría de conjuntos. El área de

Álgebra, que se extiende principalmente en Estructuras Algebraicas, Categorías, Topología Algebraica y Álgebra Homológica. El Área de Análisis, en Cálculo, Análisis en Espacios Métricos, Ecuaciones Diferenciales, Análisis Funcional, Sistemas Dinámicos, Teoría de la Medida, Análisis Complejo. Y, el Área de Geometría y Topología, en Geometría Euclidiana. Geometrías no Euclidianas, Topología General, Geometría Diferencial, Variedades Diferenciables. La clasificación no pretende ser disjunta; por el contrario, se busca reconocer comportamientos análogos, para recogerlos, con fines conceptuales, en factores que vinculen unos escenarios con otros aparentemente diferentes.

Por su parte, los problemas involucran, durante y no antes del proceso de modelización, a las teorías que resultan más adecuadas para su solución; y, no en pocos casos, sugieren nuevas teorías. Lo anterior no significa, ni mucho menos, que toda teoría matemática haya surgido de algún modelo empírico ni que eventualmente encuentre una realización.

En nuestros medio y circunstancias, con una visión de futuro resumida en el lema "La Educación es la lucha por el horizonte a pesar de la necesidad", se proyecta el ejercicio profesional en términos de meditada anticipación. La sociedad evoluciona a formas de organización (y desorganización) que demandarán operadores versátiles y no especialistas limitados (como sostenía la superada visión positivista del modernismo). En ese orden, el profesional matemático tiene una formación básica muy sólida y una capacidad individual para orientar su formación continua en la dirección e intensidad que propongan las condiciones emergentes. El matemático está formado para desempeñarse en ámbitos teóricos, académicos, tecnológicos y administrativos, con creatividad y eficiencia."

3.4. Principios del Modelo

3.4.1. Pertinencia

Uno de los principales problemas de la Educación Superior es la pertinencia, asumida ésta como el grado de correspondencia y coherencia entre la educación que se oferta y los requerimientos de los sujetos y de la sociedad. En efecto, el matemático formado con este plan de estudios conforme al perfil profesional y sus competencias tanto en el grado de Licenciatura como en grado de Maestría, tiene las habilidades para analizar y desarrollar los fundamentos matemáticos que apoye los resultados científicos dentro de una investigación crítica.

El proceso de transformación de Bolivia hacia la industrialización de sus recursos naturales es completamente pertinente sostener y apoyar el desarrollo de la Matemática en Bolivia a fin de que la investigación científica en Bolivia tenga todo el apoyo de los matemáticos en cuanto a la fundamentación teórica de los modelos desarrollados a fin de mejorar los mismos con criterio científico.

Hacer realidad "La Escuela del Siglo XXI" a través de la puesta en marcha de un Proyecto Educativo que integre el desarrollo de las ciencias y la tecnología; el dominio de los códigos de modernidad, expresados mediante el dominio de la lengua materna y por lo menos una lengua extranjera; las competencias matemáticas; el uso adecuado de la tecnología de la información y la comunicación. En fin, un académico y profesional adecuadamente formado, retroalimentado cognitivamente y motivado y estudiantes también motivados, preformados y dispuestos a participar en condiciones ventajosas en la sociedad del conocimiento.

3.4.2. Flexibilidad

En la actualidad, las políticas y los discursos educativos hacen hincapié en la flexibilidad curricular, que puede comprenderse como un proceso de apertura y redimensionamiento de la interacción entre las diversas formas de conocimiento u objeto de aprendizaje que constituyen el curriculo. De acuerdo con los expertos, el objetivo de la flexibilidad curricular es articular el desarrollo del conocimiento en la acción, como forma de consolidar en el curso de la formación, una mayor independencia entre el saber conocer y el saber hacer. Su aplicación ha sido generalmente asociada al hecho de superar los componentes de rigidez y de corriente de pensamiento tradiionales que han configurado la práctica académica y las estructuras curriculares en las instituciones de educación Superior.

En el Plan de Estudios de la Carrera de Matemática, se considera la flexibilización como un proceso que se orienta a la apertura curricular, es decir, que posibilita cambios en la cultura de la Institución en su tarea de formación de los ciudadanos. Por su naturaleza, el curriculo flexible presenta características que satisfacen en cierto grado los requerimientos curriculares de la Educación Superior a distancia, ya que es una forma de organización acad.emica administrativo cambiante que promueve el flujo, la interacción, el auto-aprendizaje, la incorporación de transformaciones innovadoras y el aprovechamiento de recursos. El currículo flexible se basa en el principio de que la Educación debe centrarse en el aprendizaje de formas y métodos de pensamiento e investigación bajo un enfoque holístico que propicia la formación integral y autónoma del educando.

La Estructura del Plan de Estudios contempla varias materias electivas de nivel intermedio y avanzados tanto de naturaleza teórica y aplicada, lo cual hace que la curricula sea flexible de modo que un estudiante pueda orientar su formación hacia una de las áreas troncales de la Matemática o bien se oriente hacia las áreas de la Matemática Aplicada.

3.4.3. Integrabilidad

Este principio implica el reconocimiento explícito de que en los procesos de aprendizaje hay que tener en cuenta distintos aspectos: lo intelectual, lo humano, lo profesional y lo social. La educación, en un mundo global en que todo está relacionado, (lo político, lo social, lo enonómico, lo cultural, lo ambiental, lo científico, lo artístico, etc.), está obligada a preparar profesionales con una visión integral amplia.

En tal sentido, el Modelo Educativo por competencias centradas en el aprendizaje propicia el desarrollo armónico de las diversas dimensiones del participantes a fin de contribuir a su formación como profesionales y como ciudadanos capaces de atender a las necesidades diversas de la sociedad.

Para lograr la integrabilidad en los planes de estudios de la Carrera de Matemática se contemplan tres tipos de contenidos que se dan simultanea e interrelacionadamente.

1. Contenidos conceptuales (saber conocer): Estos contenidos se refieren a tres categorías bien definidas, hechos (o eventos), datos y conceptos.

2. Contenidos procedimentales (saber hacer): Aquí se incluyen las reglas, las técnicas, la metodología, las destrezas o habilidades, las estrategia y los procedimientos. Son acciones ordenadas secuencialmente y encaminadas a lograr un objetivo y/o competencia.

3. Contenidos actitudinales (convivir): Aqui se incluyen los valores, actitudes y normas orientadas a que los participantes convivan en un ambiente demográfico y participativo con los demas.

4. Contenidos espirituales (ser persona): Aquí se considera la espiritualidad ecológica que consiste en salir y ponerse en contacto con la naturaleza, contemplarla y dejar que nos impresione, sentirla, palparla, percibirla; esto es, abarca una gama amplia de significados como reflexión crítica, oración y contemplación, no solo activismo, cono actuar con una conciencia crítica.

En la formación del matemático, el estudiante debe cursar ciertas materias troncales de la matemática teórica como de la matemática aplicada. Para una formación integral del estudiante, el Plan de Estudios contempla materias complementarias en las áreas de Estadística, Física, Computación, Educación Matemática y materias de naturaleza heurística y de modelización, lo cual hace que la formación del matemático sea integral de manera que el graduado de la Carrera de Matemática pueda desempeñarse eficientemente en la sociedad.

3.4.4. Interdisciplinariedad

Inicialmente el principio de la transversalidad curricular se refiere a una estrategia que consiste en integrar al Plan de Estudios los temas, habilidades y actitudes cuya incorporación al perfil profesional consideran importantes.

Este enfoque de incluir ejes transversales orientados al fomento de valores y al desarrollo de actitudes tiene el propósito de fomentar en los participantes las capacidades necesarias para el ejercicio de la moderna ciudadanía y con desempeño competente en el mercado laboral profesional. Este eje permite que en el Plan de Estudios de las distintas Carreras se traten asuntos como: los desechos humanos, la cultura de la paz, los problemas ambientales, las relaciones internacionales, el racismo, el género, entre otras de igual importancia, las cuales de tratan como contenidos de asignaturas específicas o como objetos de análisis y discusión en distintas asignaturas.

- **Interdisciplinariedad:** Es la interacción de dos o mas disciplinas. Estas interacciones pueden implicar transferencias de leyes de una disciplina a otra, dando lugar en algunos casos a un nuevo cuerpo disciplinar, como por ejemplo, la bioquímica o la psicolinguística. Podemos encontrar esta concepción en las áreas de las ciencias sociales y experimentales en secundaria obligatoria y en área de conocimiento del medio en primaria.

- **Transdisciplinariedad:** Es el grado máximo de relaciones entre disciplinas, de una manera que alega a ser una integración global dentro de un sistema totalizador. Este sistema facilita una unidad interpretativa , con el objetivo de construir una ciencia que explique la realidad sin parcelaciones. Actualmente (1999) constituye más un deseo que una realidad. De alguna manera seria el propósito de la filosofía. Dentro de esta concepción, y salvando las distancias podríamos situar el papel de las arcas de educación infantil, desde una aproximación global de carácter psicopedagógico determina unas relaciones de contenidos con pretensiones integradoras.

La Matemática por ser una herramienta transversal en todas las áreas del conocimiento humano, la matemática básica es transdisciplinaria, por lo que un Matemático puede desempeñarse con facilidad en equipos multidisciplinarios de investigación científica. Sin embargo, en la Física Teórica, en la Matemática de la Música, en Modelos de Econometría, en Modelos de Riesgo de Seguros, etc. Podemos encontrar la Matemática de alto nivel para el cual se necesita un matemático de nivel de postgrado.

3.5. Admisión a la Carrera

Hay varias modalidades de ingreso de alumnos a la Carrera de Matemática, los cuales se detallan a continuación.

3.5.1. Curso Prefacultativo

Según las normas Universitarias de los últimos años, la única modalidad de ingreso de los alumnos nuevos es a través del Curso Prefacultativo, que en el caso de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales convoca a los bachilleres de secundaria en dos oportunidades al año antes del inicio de cada semestre cuyo costo es fijado por la Facultad periódicamente.

El Prefacultativo es un curso de cuatro meses de clases presenciales, donde el alumno refuerza los contenidos que supuestamente cubrió durante sus últimos dos años de bachillerato. La metodología es de reconversión, al relevar los usualmente arraigados memorísmo y mecanicismo, con un tratamiento conceptual y operativo. Se tienen asignaturas en Matemática, Física, Química, Informática y Biología. Para ingresar a cualquiera de las 6 Carreras de la Facultad el postulante debe aprobar todas las asignaturas del curso vestibular, asegurando su matrícula para el semestre inmediato, salvo el trámite administrativo. Para mayor información respecto a fechas y requisitos, etc. dirigirse a la Dirección del Curso Prefacultativo; primer piso del Edificio viejo del predio central de la UMSA, Av. Villazon 1995.

3.5.2. Liberación del Curso Prefacultativo

Como se ha descrito anteriormente, el curso Prefacultativo dura 4 meses aproximadamente, lo que implica que el Bachiller regular no pueda ingresar al primer semestre de la siguiente gestión, sino solamente al segundo semestre. Sin embargo hay excepciones de tal manera de poder ingresar en el primer semestre liberándose del prefacultativo.

Examen de Suficiencia Académica

Antes de iniciar el curso prefacultativo se toma un examen de Suficiencia Académica a todos los inscritos hasta una fecha determinada. Los aprobados ingresan directamente a sus carreras de preferencia en el semestre actual.

Traspaso de Pre–Facultativos

Siempre dentro del Area de Ciencia y Tecnología, existe el reconocimiento de aprobación de cursos pre–facultativos de otras facultades afines, incluso de otras Universidades del Sistema de Universidades Bolivianas, previa aprobación de la Carrera destinataria, en este caso de la Carrera de Matemática.

Ganadores de Olimpiadas Matemáticas

Los ganadores de las Olimpiadas Matemáticas organizadas o asesoradas por la Carrera de Matemática de FCPN–UMSA tienen ingreso libre a cualquiera de las Carreras de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales previo trámite administrativo y autorizadas mediante resoluciones expresas del Honorable Consejo de Carrera de Matemática.

Profesionales

Los profesionales graduados del Sistema de Universidades Bolivianas y los Profesores titulados de las Escuelas Normales Superiores, de acuerdo al Reglamento de Régimen Estudiantil, tienen su ingreso libre a cualquier Carrera de la Universidad, previa presentación de su copia legalizada de su titulo profesional, siguiendo solamente un trámite administrativo en las oficinas de Gestiones, Admisiones y Registros en la UMSA.

Traspaso de Carrera y Carrera Paralela

Según las normas universitarias, está vigente el traspaso de Carreras y el estudio de Carreras paralelas, cada uno con sus requisitos específicos.

3.6. Visión y Misión de la Carrera de Matemática

El estudio de las matemáticas se relaciona con otros saberes como las ciencias puras y naturales, la tecnología, las ciencias sociales, la ética y la moral. Dentro del marco global se abordan, en términos generales, los significados asociados con innovación e investigación. Se reconoce la necesidad de introducir al currículo atributos interdisciplinarios con mayor flexibilidad para adaptarse a las transformaciones de las necesidades de nuestra sociedad.

3.6.1. Filosofía

- Es posible construir una sociedad más equitativa y digna, mediante el trabajo, la creatividad el esfuerzo y la honestidad.
- Los profesionales matemáticos de la UMSA, pueden ser el principal factor de desempeño eficiente en las diferentes Empresas, Instituciones y Organizaciones públicas y privadas, mediante la generación del esfuerzo y trabajo de calidad.
- El ciudadano como agente de renovación.

Por estas razones la Carrera de Matemática de la UMSA, se empeña en formar profesionales de calidad, altamente comprometidos con el desarrollo e intereses de la sociedad, que puedan desempeñarse eficientemente y con ética.

3.6.2. Misión

La Carrera de Matemática, como parte del sistema universitario público boliviano, es una institución de generación, transmisión y aplicación de conocimientos matemáticos, orientada hacia la investigación, la formación de profesionales calificados, y al fortalecimiento de la enseñanza de la matemática a todo nivel.

3.6.3. Visión

Ser la Unidad nacional modelo de eficiencia, desarrollo e impacto social en matemática que brinda formación sólida en pregrado y postgrado. Apoyar y contribuir al desarrollo científico y tecnológico de Bolivia a través de la resolución de problemas que competen a sus áreas de interés.

3.7. Líneas Estratégicas

El Plan Estratégico que se propone en el presente documento, es una herramienta muy importante y de fácil aplicación, esto para alcanzar una mejor gestión administrativa en el Programa de Matemática Pura y Aplicada, logrando visualizar de manera integrada el futuro de la misma, así como de sus estrategias a utilizar para asegurar el alcance de sus objetivos.

3.7.1. Alcances de la Propuesta

Con la propuesta del Plan Estratégico, se coadyuva al control del comportamiento del Programa en su entorno, las actividades con los estudiantes y administrativos, la gestión; permitiendo cursar la planificación estratégica que impulsa el progreso. Además de obtener resultados a corto plazo y adaptarse o promover los cambios necesarios.

3.7.2. Desarrollo de la Propuesta

Principios Corporativos

Los Programas de Matemática Pura y de Aplicada, asumen los principios y valores estratégicos, que se busca poner en práctica anualmente

Principios

- Autonomía: Es la esencia institucional de la Universidad y el principio que garantiza el pleno desarrollo de los Programas de Matemática Pura y Aplicada. La Autonomía se ejerce en los planos político, económico, administrativo y académico, con independencia del gobierno y de los intereses que representa. La base de su organización democrática descansa en la decisión soberana de la totalidad de docentes y estudiantes de la Universidad, expresada mediante el voto universal y la representación del Cogobierno Paritario Docente-Estudiantil.

- Democracia e Igualdad: Derecho de todos los miembros de la comunidad universitaria de participar en sus órganos de gobierno, sin discriminación ni restricciones, excepto los requisitos establecidos por reglamento.

- Libertad académica: Principio que abarca la libertad de cátedra, de investigación y de estudio, al mismo tiempo que garantiza los derechos de libre expresión y difusión del pensamiento, de producción, creación artística, científica y técnica, de acuerdo a normatividad vigente. *La Autonomía no sólo supone derechos, sino proporcionales obligaciones reguladas por los regímenes docente y estudiantil.*

Valores estratégicos

- Ética: Con base en ideales, principios y valores, el Programa de Matemática Pura y Aplicada, trabaja con toda confianza, garantizando la reserva debida con la información que se tenga sobre los docentes y los estudiantes.

- Liderazgo: el Programa de Matemática Pura y Aplicada asume la importancia del liderazgo y, por ello, promueve, de manera permanente, la formación de líderes en los diferentes niveles de la organización y equipos de trabajo que participan en las diversas funciones y actividades que desarrolla la Universidad.

- Creatividad, innovación y emprendimiento: el Programa de Matemática Pura y Aplicada asume la creatividad como valor sustantivo que asegura la innovación en el proceso de transformación permanentes, por lo que se enfatiza formación de personas creativas e innovadoras, así como la aplicación de las nuevas ideas generadas.

- Calidad: el Programa debe satisfacer las demandas y superar las expectativas de calidad en los diferentes servicios que presta. Perfeccionar lo bueno y cambiar lo deficiente, lo vicioso y lo adverso.

- Solidaridad y Cultura de Paz: Programa, que busca y encuentra soluciones a las demandas, necesidades y expectativas de su entorno y que trabaja permanentemente por una cultura de paz, en la que el diálogo sea la base de una convivencia pacífica sostenible entre los pueblos.

- Servicio: el Programa de Matemática Pura y Aplicada está, con visión de futuro, al servicio de la sociedad mediante el cumplimiento satisfactorio de sus funciones y la fiel orientación de sus proyecciones.

Objetivos estratégicos para la implementación del Programa Los Objetivos Estratégicos se definen como los resultados más generales, a largo plazo, que el Programa de Matemática Pura y Aplicada quiere conseguir en el futuro.

Una vez realizado el Diagnóstico Externo e Interno del Programa, y declarada su Misión, su Visión y sus Alcances, la siguiente fase establece la Estrategia.

Objetivo estratégico 1: Establecer un Programa de Matemática Pura y Aplicada de garantizada calidad en la enseñanza, dando lugar a la formación integral de los estudiantes, adecuando la ofertas académica a las necesidades y proyecciones del entorno (*formar profesionales que sepan algo de todo y mucho de algo, protagonistas del siglo*)

Estrategia:

- Desarrollar un perfil del estudiante basado en la formación integral, creativa, participativa, innovadora, internacional, flexible, continua y adecuada a la proyección de la demanda.

- Revisar y mejorar la oferta de titulación, implementando diferentes modalidades de graduación. Objetivo estratégico 2: Desarrollar una política de investigación, centrada en la calidad, en la innovación y en el intercambio de conocimientos.

Estrategia:

- Materializar la política de transferencia tecnológica entre la Universidad y las Empresas.

Objetivo estratégico 3: Lograr la asignación de recursos suficientes para perseguir los objetivos estratégicos; en particular, para el desarrollo de los sistemas de información interna que soportan la toma de decisiones y la calidad y transparencia de sus comunicaciones.

Estrategia:

- Establecer políticas de gestión de recursos humanos.
- Establecer procedimientos administrativos y fomentar la descentralización.
- Garantizar la infraestructura necesaria en adecuada gestión de recursos financieros.

Objetivo estratégico 4: Intensificar los vínculos con otras instituciones públicas y privadas, en función de la calidad educativa, la producción y la productividad.

Estrategia:

- Desarrollar políticas internas y externas de marketing.
- Desarrollar convenios con empresas.

Objetivo estratégico 5: Implementar el plan estratégico del Programa de Matemática Pura y Aplicada a nivel de Licenciatura y de Maestría como Grado Terminal.

Estrategia:

- Lograr la aprobación del plan estratégico por las instancias superiores.
- Hacer público el plan estratégico del Programa de Matemática Pura y Aplicada.
- Poner en marcha el plan estratégico del Programa de Matemática Pura y Aplicada.

Proyección Estratégica

Ver las Tablas 3.2, 3.3 y 3.4.

3.8. Objetivo general del rediseño

Conforme a los avances dinámicos de la investigación matemática y frente a las necesidades crecientes de la participación de profesionales matemáticos en todos los procesos, se plantea la renovación permanente del Curriculum vigente desde la gestión 2007, en la cual se había implementado la Licenciatura y el Grado Terminal de Maestría en seis años. Por tanto, la meta es actualizar la malla curricular y los contenidos de las asignaturas introduciendo las últimas tecnologías educativas que permitan una mejor formación de los estudiantes de la Carrera de Matemática y de los estudiantes que reciben la Matemática como materia de servicio. El objetivo central de la Carrera es de formar Licenciados en Matemática Pura y Aplicadas con calidad académica contrastable, con amplio dominio de la teoría y sus aplicaciones, capaces de abstraer y plantear modelos simbólicos para la descripción de fenómenos, procesos y sistemas que permitan formular inferencias y/o soluciones óptimas fundamentadas teóricamente y contribuyan al desarrollo de los ámbitos de investigación, económico financiero e industrial y de servicios; así como promover el aprendizaje significativo y conceptual de la matemática, conduciéndose siempre con responsabilidad, humanismo y ética profesional.

Tabla 3.2: Indicadores de Control para el Programa de Matemática Pura y Aplicada

Indicadores de Gestión		
Factor	Indicador	Fuentes de verificación referenciales
Planificación, organización dirección y control (Gestión del Programa de Matemática Pura y Aplicada)	La misión de la Unidad Académica es coherente con su campo de acción y la misión de la Universidad.	Misión de la Universidad
		Misión de la Unidad Académica
	El desarrollo del plan estratégico se evalúa periódicamente.	Informes sobre la revisión del cumplimiento de los planes operativos.
		Eficacia del plan estratégico
	El plan estratégico se difunde con eficacia.	Encuestas y entrevistas a estudiantes, docentes y administrativos.
		Evidencia escrita, audiovisual y electrónica
		Eficacia en la difusión del plan estratégico
	La estructura funcional y orgánica de la Unidad Académica determina niveles de autoridad y asigna responsabilidades acordes con la naturaleza, tamaño y complejidad de la carrera profesional.	Plan estratégico.
		Reglamento de organización y funciones
		Manual de organización y funciones.
		Grado de profesionalización de los administrativos
	Las actividades académicas y administrativas están coordinadas para asegurar el desarrollo del proyecto educativo.	Registros de reclamos de los estudiantes y docentes.
		Encuestas y entrevistas a estudiantes y docentes
		Satisfacción respecto a la atención de estudiantes y docentes por parte de los administrativos.

3.9. Objetivos Específicos

- Capaz de tratar con soltura temas matemáticos y no matemáticos desde una perspectiva lógica, con rigor y ajeno a consideraciones subjetivas.
- Manejo y dominio de la matemática para la solución de problemas teóricos y prácticos en contextos conceptuales de alta generalidad y abstracción.
- Inducir a que el estudiante adquiera la fundamentación matemática subyacente al modelo de matemática aplicada de su interés.
- Ofrecer un conocimiento sólido de las ramas más importantes de las matemática actual, con contenidos nuevos y adaptados al uso de tecnología emergente.
- Formar al estudiante para que pueda integrarse y trabajar en equipos interdisciplinarios, exponiendo sus ideas de manera ordenada y precisa, analizando y criticando constructivamente

Tabla 3.3: Indicadores de Formación Profesional

Indicadores de Formación Profesional		
Factor	Indicador	Fuentes de verificación referenciales
Enseñanza - aprendizaje	Los perfiles del ingresante y del egresado guardan coherencia con los lineamientos del proyecto educativo.	Currículo.
		Informe sobre el estudio de la demanda social y mercado ocupacional de la carrera profesional
		Informe de evaluación del egresado
	El plan de estudios proporciona una sólida base científica y humanista, con sentido de responsabilidad social, a desarrollarse en las siguientes áreas: básica, formativa, especialidad y complementaria.	Plan de estudios
		Porcentaje de horas educacionales en área de especialidad en el plan de estudios
	El plan de estudios tiene una distribución de asignaturas o cursos, de teoría y de prácticas, orientada a profundizar el conocimiento y fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje.	Plan de estudios
		Información documentada.
	El plan de estudios se evalúa periódicamente para su actualización.	Informe sobre evaluación del plan de estudios.
		Plan de estudios.
		Procedimiento documentado
	La obtención del título profesional implica la realización de un trabajo de fin de carrera profesional, donde se aplican los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos	Plan de estudios.
		Catálogos de trabajos de fin de carrera profesional (tesis)
	El sistema de evaluación del aprendizaje es eficaz y se aplica en cada tipo de actividad académica.	Documentos que sustentan la implementación del sistema.
		Programa de la materia
		Instrumentos de evaluación utilizados.
		Encuestas y entrevistas a estudiantes.
		Rendimiento promedio de los estudiantes
	El número de ingresantes es coherente con la disponibilidad de recursos de la carrera profesional.	Plan operativo
		Informe de estudio de la oferta y demanda.
	El número de egresados por promoción de ingreso es el esperado.	Registro del número de egresados por promoción de ingreso.
		Porcentaje de egresados

Tabla 3.4: Indicadores de Servicio de Apoyo

Indicadores de Servicio de Apoyo		
Factor	Indicador	Fuentes de verificación referenciales
Docentes	La programación de horas educacionales de los docentes, guarda relación con las destinadas a la atención de estudiantes, investigación, extensión universitaria, proyección social y su perfeccionamiento continuo.	Distribución de carga horaria lectiva y no lectiva.
		Informes semestrales de los docentes.
		Porcentaje de docentes nombrados
		Porcentaje de docentes a tiempo completo.
	Los docentes tienen la formación especializada que demanda la carrera profesional	Expediente personal de los docentes
		Programación académica
	Los procesos de selección, ratificación y promoción de docentes se realizan con objetividad y transparencia.	Reglamento de selección y promoción docente
		Encuestas y entrevistas a los estudiantes y docentes que han participado en el concurso.
Infraestructura y equipamiento	Las infraestructura para la enseñanza – aprendizaje, investigación, administración y bienestar, tienen la comodidad, seguridad y el equipamiento necesarios.	Información documentada
		Encuestas y entrevistas a estudiantes, docentes y administrativos
		Efectividad en el uso de aulas.
		Efectividad en el uso de laboratorios
Recursos financieros	El plan estratégico de la Unidad Académica que gestiona la carrera profesional se encuentra financiado.	Plan estratégico
		Plan operativo
		Informe de ejecución presupuestaria.

las de los demás.

3.10. Objetivos generales del Plan de Estudios

1. Formar Profesionales de Grado y de Postgrado en Matemática Pura y Aplicada con suficiente profundidad conceptual en las áreas de Algebra, Análisis, Geometría, Topología y la Matemática Aplicada en el desarrollo de las teorías de Modelos Matemáticos en Economía Matemática, Optimización, Análisis Numérico, Análisis cuantitativo de datos.

2. Formar Profesionales Matemáticos como naturales líderes, competentes, con valores éticos, capaces de dar solución a problemas de toda índole, vinculados con la sociedad y sus diferentes contextos sustentados en la investigación científica con compromiso social en el marco de las políticas de Estado mediante la inclusión de los graduados matemáticos en ámbitos Empresariales y de Educación en Bolivia.

3. Generar espacios de participación de los estudiantes en actividades de investigación e interac-

ción social a fin de el estudiante se forme con una actitud de iniciación científica dentro de los proyectos de investigación que se desarrollan en el Instituto de Investigación Matemática.

3.11. Objetivos Específicos del Plan

1. Implementar las asignaturas de las áreas de Álgebra, Análisis y Geometría-Topología en la proporción que garantice la formación equilibrada en las tres áreas fundamentales de la Matemática.

2. Implementar las asignaturas del área de matemática aplicada a diversas áreas del conocimiento, incluyendo ciencias básicas, tecnología y áreas particulares de las ciencias sociales.

3. Diseñar el Plan de Estudios de Licenciatura en Matemática pura y aplicada con tronco común para garantizar la formación básica en ambos programas de la licenciatura con asignaturas comunes hasta el cuarto semestre.

4. Ofrecer las materias electivas de nivel intermedio y avanzadas de manera que todas materias de un programa sea electiva para el otro programa de manera que los estudiantes tengan la posibilidad de formarse con las asignaturas del otro programa y que esto también facilita la movilidad estudiantil entre ambos programas bajo las formalidades de la Universidad.

5. Apoyar las formación matemática de los estudiantes de otras carreras mediante el desarrollo de las materias básicas en algebra, geometría, cálculos, etc. como materias de servicio de la Carrera de Matemática en la medida de la disponibilidad de carga horaria para cubrir los requerimientos académicos.

3.12. Estructura de las Asignaturas

El proceso de aprendizaje es instructivo, formador y educativo; está determinado por el sistema de contenidos de la disciplina, las asignaturas, las formas de acceso a sus conceptos y la estructuración de contenidos; la cual, a diferencia de un tratado, facilita su motivada comprensión, alterando eventualmente el orden de aparición de los temas.

En realidad, las modalidades de presentación se dan por unidades didácticas, que tienen un concepto central. Se practican tres formas de acceso a un tema: a partir del concepto; a partir de un resultado previo; o, a partir de un problema. La elección de la modalidad depende de la naturaleza de la unidad didáctica y no del estilo pedagógico del docente. En escenarios técnicos se advierte, con frecuencia, frustrados intentos de acceder a un concepto a fuerza de ejemplos. En el otro extremo, un concepto teórico que no exhibe su denotación mutila su propia comprensión.

Como todos saben, no existe un método de aprendizaje(de hecho, el acceso al conocimiento no puede ser formalizados; pero, se deben adoptar estrategias pertinentes de aprendizaje. El diseño de una asignatura opta, en cada unidad didáctica, por un acceso plausible, pero no obligatorio (los jóvenes suelen encontrar creativas y muy eficaces vías para su propio aprendizaje).

3.12.1. Estructura por Ciclos

- Ciclo Básico.

- Ciclo Intermedio.
- Ciclo de Orientación.

Los ciclos básicos e intermedio constituyen la fase formativa, que abarca seis semestres; su objetivo es de dar al estudiante una formación general en la áreas fundamentales de la matemática. A la vez, en esta etapa, se busca introducir paulatinamente al estudiante en el tratamiento de tópicos menos genéricos y de su aplicaciones. En la fase formativa, el estudiante tiene ya la oportunidad de elegir algunas asignaturas que le permiten profundizar en un área de su interés. Sin embargo, el objetivo primordial de la etapa de formación es el de lograr conocimientos matemáticos genéricos que garanticen una comprensión de las áreas.

En el Ciclo de Orientación, definitivamente, el estudiante define su perfil, al elegir el área en la cual adquirirá una profundidad significativa.

Ciclo Básico

El Ciclo Básico del nuevo programa de estudios tiene, esencialmente, tres propósitos:

1. Facilitar al estudiante la comprensión de la naturaleza de la Matemática, introduciéndolo al razonamiento formal, propio de las teorías; y al razonamiento inductivo, que se realiza en los procesos de modelización.

2. Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales necesarios que le sirvan de base para generar en el una capacidad propia de exploración temática y de manejo categórico de conceptos.

3. Generar destrezas operativas con claridad conceptual y rigor en su fundamentación, particularmente en las materias básicas que poseen un componente cuantitativo como son las materias de Cálculo.

El primer punto implica, ante todo, hacer que el estudiante ejerza su rigor lógico intrínseco en escenarios científicos; se supera, si están presentes, la inercia memorística y el mecanicismo ancestral y algorítmico, enfatizando la necesaria creatividad a la que se apela al conjeturar resultados o al demostrar enunciados; así como, el sinnúmero de formas en las que pueden representarse esquemáticamente fenómenos (abstraídos en configuraciones de objetos y relaciones), dando lugar a modelos, en cuanto recurran a alguna teoría.

El segundo punto, de incorporación de contenidos, contempla cursos convencionales que recogen la buena tradición del aprendizaje académico y desecha la perniciosas actitudes unilaterales. Los temas son desarrollos teóricos, con conceptos y resultados centrales, que se apoyan en construcciones genéricas. La elección de los temas a estudiar tiene la finalidad de preparar al estudiante para los cursos más avanzados en los cuales la abstracción y generalización son esenciales. En otras palabras, el estudiante adquirirá madurez, a través de una creciente familiaridad con el razonamiento analógico y la subsecuente abstracción.

El tercer punto, de generar destrezas operativas, desarrolla la competencia del futuro profesional matemático en el enfoque operativo a fin de incrementar su versatilidad profesional que le permita eventualmente participar en la formación de recursos humanos calificados en áreas de la ingeniería o las ciencias sociales que usan de la matemática como un instrumento cuantitativo fundamental. De este modo, el nuevo plan atiende requerimientos al respecto percibidos en los estudios de demanda y mercado laboral.

Ciclo Intermedio

El Ciclo de Intermedio es de neto desarrollo temático-conceptual; se presentan, en creciente grado de dificultad (en unos casos de lo abstracto a lo concreto y en otros a la inversa); tiene dos componentes:

- ▷ Materias troncales
- ▷ Materias Electivas A

Las materias troncales proporcionan el carácter genérico, necesario en el mundo jerárquico de los escenarios conceptuales. Dan, por lo tanto, los contenidos contrastables de alcance universal; es decir, las bases teóricas de la Teoría de Conjuntos, del Álgebra Abstracta, del Análisis Matemático, de la Topología General y de la Geometría.

Las Materias Electivas A, por su parte, tienen el declarado propósito de complementar la formación medular con algún énfasis temprano de profundización teórica o de extensión aplicativa. Son asignaturas de aproximación a áreas de desarrollo investigativo, sean teóricas o aplicadas.

Ciclo de Orientación

El Ciclo de Orientación constituye la parte final del plan de estudios. Este ciclo tiene dos componentes:

- ▷ Materias Troncales
- ▷ Materias Electivas B
- ▷ Trabajo de Grado

La idea fundamental de este ciclo es la de ofrecer, con flexibilidad pero también concisión, alternativas que permitan decidir una dirección de interés, un horizonte plausible en un área de vivo desarrollo. Sin descuidar jamás la formación integral, se busca establecer un fértil balance entre generalidad y focalización.

Las Materias Electivas B se han agrupado en áreas de estudio de Matemática a fin de darle coherencia a las posibles elecciones. El objetivo de los módulos es el de proporcionar una secuencia natural de materias que conduzca a dar una formación sólida con énfasis en el área de elección del estudiante.

El Ciclo de Orientación y las Actividades del Matemático. Las actividades del matemático se pueden catalogar, de manera general, en una o más de las siguientes posibilidades:

- ☐ Crear y desarrollar Teorías Matemáticas.
- ☐ Insertar contenidos científicos en planes de estudio. Difundir la Matemática.
- ☐ Aplicar la Matemática, a través de la fenomenología de la Modelización, en la solución de problemas que involucran otras disciplinas.

El Ciclo de Orientación tiene por objetivo el dar una formación, a un nivel avanzado, que le permita a estudiante desenvolverse en una o más actividades. En las siguientes líneas damos un esbozo de como se pretende alcanzar este objetivo.

Al *crear matemática*, el matemático se plantea problemas en contextos teóricos, conjetura plausibles soluciones y trata de demostrarlas o refutarlas concluyentemente. Los problemas surgen

de manera asistemática, son producto de la disposición formal de los ingredientes puestos en juego. La relevancia de los problemas teóricos o teoréticos está relacionada con su profundidad y sus alcances. Un buen matemático sabrá plantear problemas que sean significativos en su área de trabajo; éstos, por lo general, no son triviales y su solución usualmente involucra la combinación de más de una teoría. Posiblemente la mejor manera de adentrarse en la investigación es siguiendo la pautas de los grandes matemáticos, e.g., Riemann, Weyl, Weil, Cartan, Chern, Milnor, Atiyah, Singer, etc, presentes en la literatura matemática emergente. Es por esto que en el ciclo de orientación las materias optativas son agrupadas en módulos. Estos módulos deberán conducir al estudio de temas de actualidad.

3.12.2. Areas de Estudios en el nuevo Programa

Las áreas actuales de la matemática, para una sólida formación, son: El *Algebra*, el *Análisis*, *Geometría–Topología*, los *Sistemas Dinámicos*, *Modelado Matemático*, la *Optimización Matemática* y el *Análisis Numérico*, Física Teórica, Química Teórica, Computación Científica y Biomatemática. Las cuales agrupan ciertamente todavía sub-áreas mas especializadas tanto en la Matemática Pura y Aplicada. Por otra parte, todas las áreas de la matemática se complementan un a con otra, esta situación se ve con mucha mas profundidad en las asignaturas de los últimos semestres como en la Geometría Diferencial, Topología Algebraica, etc.

El *trabajo de grado* es una realización profesional temprana; está pensado para comprometer globalmente las capacidades maduradas por el estudiante a lo largo del programa de estudios. El estudiante demuestra haber logrado una condición de desempeño profesional independiente, no sólo en la confección de su trabajo final de licenciatura, sino en su presentación y en la descripción de sus alcances.

3.12.3. Aplicar la Matemática

Las Teorías Matemáticas son los recursos teóricos que, por excelencia, son convocados para ejercitar soluciones en la fenomenología de la modelización; la cual, no tiene límites denotacionales, además de comprometer un generoso y renovado arsenal de conceptos, técnicas, algoritmos y procesos que dan satisfactoria cuenta de todo fenómeno racionalmente descrito. El matemático modeliza con facilidad; y, esencialmente, apropia las teorías más adecuadas a cada fenómeno, en atención a su amplia formación. Por lo demás, su naturaleza conceptual lo lleva a recurrir con eficiencia y destreza a los medios computacionales y comunicacionales a los que tenga acceso.

El profesional matemático muestra en su perfil una sofisticada capacidad para facilitar aprendizajes científicos a partir de ideas simples; justamente porque los fenómenos incorporan complejidad asume la sencillez como valor.

En la medida que la información disponible lo permita, las aplicaciones matemáticas que se desarrollan son soportadas en datos reales del país, sin olvidar explicitar con claridad los respectivos supuestos teóricos presentes.

3.13. Organización de las Asignaturas por Áreas

3.13.1. Areas Troncales

La Carrera de Matemática luego del análisis de la información adquirida a través de la Curricula 2007 y la experiencia obtenida a lo largo de sus años de funcionamiento, determina que las áreas necesarias reagrupadas son: Álgebra, Análisis, Geometría–Topología, Modelado Matemático, Optimización.

El Área de Álgebra

Las asignaturas del área de álgebra, como rama fundamental de la matemática, tienen el objeto proporcionar los mecanismos lógicos de los desarrollos teóricos. El rigor que caracteriza al discurso racional, es evidente en ámbitos algebraicos. Incluso, se accede a tratamientos formales. Por lo demás, el íntimo conocimiento de las estructuras algebraicas da lugar no sólo a la valoración de la riqueza intrínseca del área; sino, al vínculo categórico (analogía) de las teorías matemáticas, fuente cotidiana de creatividad.

En el álgebra se enfatizan los mecanismos constructivos, sin desmerecer los simplemente relacionales. El estudio del sistema formal del cálculo de predicados, como base para la formulación de la teoría de conjuntos, soporte de la aritmética y las subsecuentes teorías matemáticas, ha mostrado ser de gran beneficio conceptual, al permitir la cabal comprensión del relativo alcance de las afirmaciones científicas.

Álgebra I & II. En los dos primeros cursos de álgebra: Álgebra I & II se introduce al estudiante en las estructuras algebraicas básicas, con suficiente ilustración, realizando tanto deducciones como generalizaciones para concebir conceptos, tanto en su connotación como en su denotación.

Los desarrollos algebraicos iniciales, además de preparar para el siguiente nivel de abstracción, son reconocidos en los contenidos de cursos paralelos como Cálculo, Geometría y Modelos, mostrando explícitamente la integridad del hecho matemático.

Álgebra Lineal I & II. En los cursos de Álgebra Lineal I & II el estudiante profundiza en la estructura de *espacio vectorial*. El Álgebra Lineal es, tal vez, la rama de mayor aplicación de la matemática y es de fundamental importancia en el Cálculo de Varias Variables, la Teoría de Programación Lineal y No Lineal, las Ecuaciones diferenciales y muchas otras áreas afines.

Al concluir estos cuatro cursos el estudiante tendrá conocimientos de varias estructuras algebraicas y ejemplos concretos importantes y tendrá un solvente dominio del álgebra lineal.

El Área de Análisis

Las asignaturas de esta área tienen por objeto el análisis real, el área de mayor sustancia histórica de la Matemática; escenario de formulación de la física clásica y soporte teórico de modelos de toda índole. La trascendencia y riqueza de sus conceptos justifican su reconocida reputación aplicativa, por dar satisfactoria cuenta de innumerables modelos experimentales y observables en todos los ámbitos del saber humano.

Los cursos de Cálculo, además de preparar al estudiante para acceder al siguiente nivel de abstracción, le proporcionan el solvente manejo de técnicas para su correcta aplicación.

Cálculo Diferencial Integral I & II. En estos cursos se estudian los números reales con su estructura algebraica de campo, su orden, su topología usual, como espacio completo - El

Axioma del Supremo, etc; para seguir con los conceptos de límite, continuidad, diferenciación e integración, sucesiones y series, y con una introducción a la convergencia de funciones.

Los temas se abordan a partir de un concepto, de un problema o de un resultado previo; es decir, se recurre tanto a la intuición como a la inferencia. Por supuesto, las afirmaciones se justifican con el debido rigor. Es importante hacer notar que el enfoque conceptual, invariante curricular en matemática, supera las presentaciones espurias que desfiguran el cálculo en una serie de inopinadas técnicas aplicadas sin criterio a casos "tipo". Se recupera, con sorprendente sencillez, la belleza del cálculo, en un manejo convincente: ágil en lo operativo y sustentado en lo teórico.

El Análisis Real y el Análisis en $\mathbb{R}^n$ En estos cursos se estudia los conceptos de Cálculo con una formalización del análisis matemático en espacios euclidianos n-dimensionales, donde se demuestran teoremas fundamentales del análisis primero en $\mathbb{R}$ luego en $\mathbb{R}^n$. Entre los teoremas centrales están el teorema del valor medio, el teorema de la función implícita, el teorema de la función inversa y sus consecuencias. El teorema de Stokes (en dimensión arbitraria) y sus consecuencias.

Al concluir los dos cursos de Cálculo y las materias del análisis en espacios euclidianos, el estudiante dispondrá de un arsenal de conocimientos de espacios concretos suficientes para enfrentar los cursos de Análisis, Análisis Funcional, Topología y Geometría Diferencial; así como aplicaciones del Cálculo en otros campos, como Programación Lineal y No Lineal, Teoría de Probabilidad, Física y áreas afines.

El Área de Geometría y Topología

Las asignaturas del área de geometría–topología tienen por objetivo desarrollar en el estudiante la intuición geométrica y profundizar en la diversidad de presentaciones de los conceptos espaciales.

El objetivo de los dos cursos de Geometría es el de ayudar al estudiante a evolucionar su intuición geométrica y depurar su capacidad deductiva hacia escenarios abstractos. La primera parte de los cursos consiste en un estudio de la estructura de espacio vectorial del plano y el espacio. También se estudia su estructura de espacio con producto interior, espacio normado y espacio métrico. De esta manera el estudiante adquiere una idea intuitiva de la estructura algebraica y topológica de los espacios euclidianos de dimension arbitraria. Además de la geometría euclidiana -presentada usando vectores - en el plano y en el espacio, también se estudiarán geometrías no euclidianas como la geometría esférica y la geometría hiperbólica -esta última usando los números complejos como herramienta principal-. También se estudia la geometría riemanniana de superficies en el espacio euclidiano de dimensión tres. Asociada a cada una de estas geometrías está una manera de medir distancia y por tanto el concepto de "línea recta", esto es, de geodésica. Así que el Cálculo aparece de manera natural en el estudio de las geodésicas en una superficie. También se estudian los grupos de isometrías (relativos a la distancia en cada contexto). Para las geometrías euclidiana, hiperbólica y esférica las transformaciones admiten una representación matricial, lo cual establece la relación entre dos cursos de Álgebra I & II.

Al finalizar estos dos cursos, el estudiante tiene una mejor visión del papel de la geometría en la matemática moderna, así como un acceso a las geometrías no euclidianas. Podrá interpretar conceptos de análisis y de álgebra geométricamente y vice versa; podrá representar conceptos geométricos en términos algebraicos o analíticos. Geometría, Álgebra y Análisis se combinan en estos dos cursos. Los cursos exponen al estudiante a una serie de interrogantes que se irán

revelando paulatinamente en la medida de su madurez formativa.

3.13.2. Áreas Complementarias

El Área de Matemática Aplicada

El nuevo plan de estudios incorpora el área de matemática aplicada, alentado por la dinámica emergente de la modelización. La utilidad del conocimiento científico nace como respuesta a una necesidad real pero no sentida. El país prosaico, principalmente en su sistema educativo, genera una legítima demanda de técnicas instrumentales, procedimientos efectivos y resultados operables, con una mentalidad definitivamente pragmática pero rara vez práctica. Esta situación, aparentemente paradójica, se explica en el hecho de que la pertinente aplicación de un resultado teórico supone la comprensión mínima de algún concepto.

Sin embargo, la emergencia de una incipiente pero significativa población estudiantil y profesional interesada en la fundamentación teórica de sus conocimientos da lugar al tratamiento lógico de problemas prácticos susceptibles de ser beneficiados con un de naturaleza operativa.

Por lo que, los contenidos de las asignaturas optativas del nuevo plan de estudios permiten al estudiante avanzado interactuar con otras disciplinas y aportar a la resolución de problemas complejos en campos tan diversos como: Ciencias Sociales, Física, Química, Ingeniería, Informática, Geología, Biología, Ecología, Medicina (Epidemiología). Todo esto siempre dentro de la fértil fenomenología de la modelización.

La incorporación de las asignaturas de Modelos es un salto epistemológico; ya no se puede hablar de ciencia pura y ciencia aplicada, existen, simplemente, teorías y modelos. El objetivo central no es el de incorporar una metodología sino una mentalidad científica que aproveche el privilegio de acceder a teorías para la solución satisfactoria de problemas. Los beneficios son de una riqueza operativa invalorable.

El curso de **Heurística Matemática** inicia al estudiante en la modelización a partir de la formalización en términos sencillos de problemas simples tomados de la realidad y sirve de apoyo a otros cursos en el sentido de que muchos problemas recurren a resultados de Álgebra, Cálculo y Geometría.

El curso de **Teoría de Números** de nivel elemental, naturalmente considera problemas en cuyas soluciones concurren resultados aritméticos más avanzados. Cabe aclarar que no necesariamente existe una correlación entre la complejidad de un problema y la profundidad de los recursos teóricos a los que apela.

Al finalizar estos dos cursos el estudiante tendrá una mejor idea de interpretar problemáticas desde un punto de vista racional y contribuir, con teoría, a buscar (o inventar) soluciones satisfactorias.

Esta componente del Ciclo Básico incluye a Física Básica I y Probabilidades y Estadística, escenarios muy concurridos en términos de problemas que ameritan modelización con proyecciones hacia otras áreas.

Física I. En realidad es innecesario señalar que las teorías y modelos físicos son el área de aplicación por excelencia de la Matemática; es más, al menos el análisis, las probabilidades y la modelización fue originada en el afán de encontrar “instrumentos” matemáticos que den adecuada expresión a los fenómenos físicos.

Probabilidades y Estadística. El Cálculo de Probabilidades es una teoría de gran aplicabilidad, dado que los modelos determinísticos no son los más frecuentes. La cabal comprensión del

azar es imprescindible para modelizar fenómenos reales. Además, se abre el camino al estudio de la Estadística Matemática y sus aplicaciones. Sirve de maduración para la Teoría de la Medida, que se estudia en análisis II.

El programa incluye materias de tópicos avanzados de matemática aplicada inmersas en materias electivas, donde el estudiante interesado en ésta Área adquiere conocimiento de resultados, técnicas, modelos matemáticos, desde una perspectiva rigurosa y formal.También se incluyen materias como Modelos Matemáticos Aplicados, donde el estudiante enfrenta problemas reales relativamente complejos y usa la computadora y teoría complementaria relevante al área de aplicación que constituyen elementos centrales que amplían las capacidades y potencialidades del estudiante.

En la realidad existen problemas cuyas soluciones pueden ser estudiadas mediante un análisis de procesos cuantitativos desarrollados en base a una teoría matemática. La representación cuantitativa de esos problemas contrastada con la teoría pertinente determina un modelo matemático que describe el comportamiento del problema bajo ciertos parámetros y condiciones inherentes al problema.

Por tanto, es necesario formar profesionales con herramientas de base matemática para estudiar y resolver problemas reales dentro de equipos multidisciplinarios.

Si bien la matemática aplicada es transversal a la mayoría de las ciencias, el nuevo programa hace énfasis en las áreas de *optimización* y el *modelado matemático* a fin de estudiar y analizar la solución de problemas reales o simulados, utilizado para ello intensivamente la computadora.

Laboratorios de Computación

Es indudable que la modelización condiciona el desarrollo y la presentación de las ciencias. En principio, la propia matemática aplicada (teorías más convocadas para enriquecer modelos) está vinculada a procesos efectivos, pues se trata de dar soluciones satisfactorias (no necesariamente exactas); y, claro, recurre y alimenta los avances tecnológicos. Hoy en día, uno de los mejores paquetes de manipulación simbólica es MATHEMATICA. El objetivo es que el estudiante se familiarize con dicho paquete y que lo pueda usar en sus desarrollos regulares. También aprende el lenguaje de programación C. Además, se familiarizará con el editor LaTeX el cual, es el procesador estándar para escribir artículos de matemática que, de paso, obliga a expresarse en forma clara, coherente y precisa.

Si bien las referencias puntuales de las competencias computacionales pueden cambiar con el tiempo por el desarrollo de nuevo software y mayores capacidades en hardware, lo que no cambia es la cualidad de profesional matemático moderno que tiene en la computadora un instrumento de cálculo y análisis aplicado.

Educación Matemática

Recordemos que las disciplinas formativas, en el proceso de aprendizaje formal, son la Matemática y el Lenguaje). En ese contexto, la educación matemática corresponde a la formación necesaria para intervenir en el sistema educativo. El desarrollo consciente de los procesos de aprendizaje más el acceso a una doctrina educativa pertinente y creativa proporciona al profesional matemático una capacidad intrínseca para desempeñarse en el terreno educativo. Docentes y estudiantes matemáticos participan regularmente de cursos, encuentros, seminarios y otras actividades que comprometen la actividad científica con el hecho educativo.

3.14. Áreas de Orientación Aplicada

Para que el profesional matemático tenga una formación integral, se ha incluido asignaturas de áreas complementarias importantes de naturaleza Física, Estadística, Química, Biologia e Informática. Además, el estudiante matemático necesita al menos leer material en Inglés para acceder a una amplia literatura especializada. Aunque el plan de estudios no incluye asignaturas de idiomas, el alumno por su cuenta debe aprender idiomas extranjeras. Se recomienda tomar cursos en el CETI de la Facultad de Humanidades de la UMSA.

3.14.1. Física Teórica

Muchos resultados matemáticos tienen su origen en la Física y su comprensión precisa se ve facilitada con una formación complementaria en el area de Física. Así mismo, dada la matematización de la tecnología de la cual Física es parte fundamental, esta formación complementaria posibilita su desempeño en grupos de trabajo multidisciplinarios. Las materias de naturaleza física a solicitar como servicio de la carrera de Física son:

FIS-137	Física I
FIS-147	Física II
FIS-257	Física III
FIS-267	Mecánica Clásica
FIS-377	Física Moderna
FIS-387	Mecánica Cuántica
FIS-307	Tópicos de Física Matemática

3.14.2. Estadística Matemática

La Carrera de Matemática enfoca la Estadística desde dos perspectivas, como una teoría matemática en lo relativo a Probabilidades y con técnicas y métodos matemáticos aplicados en circunstancias de incertidumbre que son complementarias a la formación del matemático actual. Las materias que se incluyen tienen alto contenido matemático y son desarrollados con el respectivo rigor formal, adicionalmente se enfatiza bastante en el el uso de la computadora para el procesamiento de datos ilustrativos.

Por otra parte, todo alumno de Matemática en principio debe cursar la materia básica de **MAT-147: Probabilidades y Estadística**. Luego, si las normas académicas permiten, los interesados pueden completar con otras materias de naturaleza Estadistica en el marco de movilidad estudiantil de los estudiantes de la Universidad Boliviana.

3.14.3. Computación Científica y Lógica Fuzzy

El estudiante de Matemática actual debe estar preparado para abordar problemas numéricos que por su complejidad analítica o falta de resultados analíticos, implican en uso de la computadora. En un primer nivel adquieren conocimientos básicos de manejo de procesador de palabras científico como LaTeX software especialista orientada a la matemática como MATHEMATICA o MATLAB, terminando con conocimientos básicos sobre programación de procedimientos iterativos, condicionales, etc. en MATHEMATICA o MATLAB. En el segundo nivel desarrolla técnicas

en programación orientada a resolver problemas de complejidad mayor (derivadas e integrales numéricas) en lenguajes especializados en métodos estadístico matemáticos como Geogebra, MATHEMATICA, MATLAB o GAUSS.

Dicho de otro modo, todo profesional como el matemático, recurre a las computadoras para sus específicas aplicaciones. Eventualmente, problemas de naturaleza puramente matemática, halla solución (u orientación para una solución) en procesos computacionales.

El Plan de estudios desde 1994 ha incluido asignaturas relativas a la computación de modo que el alumno pueda conocer, en un curso inicial, sistemas operativos en distintos ambientes, y nociones de programación estructurada de alto nivel orientada a objetos, de modo que, en el segundo curso, el estudiante pueda aplicar sus conocimientos para resolver ecuaciones, graficar funciones, y programar procesos de resolución de problemas simples a complejos. Las materias incluidas para los tres ciclos en este plan son:

MAT-117	Computación Científica I
MAT-127	Computación Científica II
INF-144	Lógica para la Ciencias de la Computación
INF-154	Lenguajes Formales y Automatas
INF-164	Teoría de la Información y Codificación
INF-271	Teoría de Sistemas y Modelos
INF-282	Especificaciones Formales y Verificación
INF-315	Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos
INF-351	Sistemas Expertos
INF-354	Inteligencia Artificial
INF-306	Tópicos de Computación Cientítica
MAT-477	Teoría de Mineria de Datos

3.14.4. Química Matemática

Con el fin de diversificar la área de Matemática Aplicada, se incorpora algunas materias de la Carrera de Ciencias Químicas cuyos contenidos tengan fundamentos matemáticos expresados como leyes químicas o modelos matemáticos. Las siguientes materias forman parte del grupo de materias Electivas A y B.

QMF-111	Físicoquímica I
QMF-121	Laboratorio Físicoquímica I
QMF-212	Físicoquímica II
QMF-222	Laboratorio Físicoquímica II
QMI-211	Química Inorgánica I
QMI-221	Laboratorio Química Inorgánica I
QMI-212	Química Inorgánica II
QMI-222	Laboratorio Química Inorgánica II
QMF-313	Físicoquímica III
QMF-323	Laboratorio Físicoquímica III
QMC-305	Tópicos de Química Matemática

3.14.5. Biomatemática

Con el fin de diversificar la área de Matemática Aplicada, se incorpora algunas materias de la Carrera de Biología cuyos contenidos tengan fundamentos matemáticos expresados como modelos matemáticos de la Biología. Las siguientes materias forman parte del grupo de materias Electivas A y B. Por lo general, los alumnos interesados en esta área cursarán las siguinetes materias en la Carrera de Biología, excepto la materia de Biomatemática que puede ser desarrollada en combinación de un matemático y un biólogo especializado en el desarrollo de los modelos biológicos como la evolución de especies, etc.

BIO-223	Genética General
MAT-284	Biomatemática
ECO-224	Ecología I
ECO-241	Ecología II
BIO-308	Tópicos de Biomatemática

3.15. Estructura de la Malla Curricular

3.15.1. Ciclos Académicos

De acuerdo a lo establecido en el Plan 2007 las materias del Plan reformulado se mantendrá agrupada en tres ciclos de estudios. El *ciclo básico* que comprende los primeros cuatro semestres. El *ciclo intermedio* que comprende al quinto y al sexto semestre de estudios. Y el *ciclo de orientación* que comprende los dos últimos semestres del plan de estudios.

Ciclo Básico: Primero a Cuarto Semestre

El ciclo básico tiene por objeto el de preparar al estudiante en la metodología del rigor propia a la ciencia matemática, de impartir enseñanza considerando el desarrollo del conocimiento de lo concreto a lo abstracto y enfatizar la interrelación de las diferentes áreas del conocimiento matemático. En el ciclo básico el estudiante de la Carrera de Matemática estará expuesto a materias de álgebra, Cálculo, geometría, física, Estadística, Computación y Modelos Matemáticos simples.

En este ciclo, el estudiante inicia el desarrollo de competencias relativas a la abstracción, el rigor, la destreza operativa y uso de la computadora como importante instrumento científico de apoyo.

Ciclo Intermedio: Quinto al Sexto Semestre

En el ciclo intermedio, el estudiante inicia la profundización en las áreas troncales de la Carrera, Álgebra, Análisis, Geometría y Topología. Al final de este ciclo el estudiante ya ha desarrollado preferencias que le orientarán en el siguiente ciclo a definir las materias electivas para complementar su formación en matemática.

Ciclo de Orientación: Séptimo y Octavo Semestre

En este ciclo, el estudiante completa su formación en las áreas troncales a nivel de pre-grado, es decir en Álgebra, Análisis, Geometría y Topología. Asimismo, de acuerdo a sus preferencias

complementa su formación ya sea ampliando su cobertura temática en matemática pura con alto grado de rigor y profundización o, alternativamente, complementando su formación previa e introductoria en modelización matemática con cursos de matemática aplicada de nivel correspondiente a este ciclo.

3.15.2. Estructura de Siglas

Las siglas de las asignaturas estará compuesta por una parte literal compuesta de tres letras que significa la pertinencia de la asignatura, como ser MAT para materias de naturaleza matemática y FIS para materias eminentemente de naturaleza Física, seguida de tres números cuyo primer dígito representa al *ciclo*, conforme a la Tabla 3.5; el segundo es la *correlativa* de la malla curricular que coincide aproximadamente con el nivel semestral y el tercer dígito corresponde al *área* de estudio definido en la Tabla 3.6

Tabla 3.5: Ciclos Académicos

Numeral	**Ciclo**
1	Ciclo Básico
2	Ciclo Intermedio
3	Ciclo de Orientación

Tabla 3.6: Áreas de Estudio

Numeral	**Área**
1	Algebra
2	Análisis
3	Geometría y Topología
4	Modelado Matemático
5	Ecuaciones Diferenciales
6	Economía Matemática
7	Computación, Física y Estadística
8	Optimización y Análisis Numérico
9	Proyecto de Grado
0	Filosofía, Historia, Lógica, Teoría de Números, Educación y Tópicos Avanzados

Por lo que la sigla queda en la forma $\overbrace{\boxed{\text{M}}\boxed{\text{A}}\boxed{\text{T}}}^{literal}\overbrace{\boxed{\text{CICLO}}\boxed{\text{CORRELATIVA-MALLA}}\boxed{\text{AREA}}}^{numeral}$

Las siglas de materias de los planes de Estudios de las Carreras de Ciencias Químicas, Biología e Informática, llevan las mismas siglas que en sus planes actuales vigentes al 2017. Sin embargo, estos pueden actualizarse conforme esas Carreras actualicen sus planes de estudios.

3.15.3. Materias Electivas *A*

Las materias electivas están diseñadas para el ciclo intermedio, estas asignaturas complementan al estudiante en una de las áreas de interés del alumno después de haber completado el ciclo

básico. Y que además las materias electivas de esta etapa formativa contribuyen a adquirir nociones básicas para ingresar hacia las materias optativas del siguiente ciclo. Las materias electivas son de diversas áreas de la matemática de las que el estudiante podrá elegir entre ellas. Ver Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Materias Electivas A

Sigla	**Materia**
FIS-147	Física II
FIS-257	Física III
FIS-267	Mecánica Clásica
QMF-111	Físicoquímica I
QMF-121	Laboratorio Físicoquímica I
QMF-212	Físicoquímica II
QMF-222	Laboratorio Físicoquímica II
QMI-211	Química Inorgánica I
QMI-221	Laboratorio Química Inorgánica I
INF-144	Lógica para la Ciencias de la Computación
INF-154	Lenguajes Formales y Automatas
INF-164	Teoría de la Información y Codificación
BIO-223	Genética General
MAT-284	Biomatemática
MAT-263	Geometría no Euclidiana
MAT-273	Geometría Proyectiva
MAT-278	Análisis Numérico
MAT-250	Historia de la Matemática
MAT-260	El Análisis por su Historia
MAT-264	Teoría de Grafos
MAT-270	Didáctica de la Matemática
MAT-280	Teoría de la Educación Matemática
MAT-290	Lógica Matemática
MAT-267	Teoría de la Computación
MAT-258	Teoría de Optimización Lineal
MAT-254	Modelización Matemática
MAT-268	Teoría de Optimización no Lineal
MAT-278	Análisis Numérico
MAT-204	Matemática Actuarial
MAT-294	Matemática Financiera
MAT-274	Teoría de Grafos Aplicada
MAT-283	Álgebra Abstracta Aplicada

3.15.4. Materias Electivas *B*

Las materias Electivas B están en el ciclo de orientación que contribuye a la formación profesional en una de las áreas de interés del estudiante después de completar los dos ciclos de la etapa formativa. Los grupos de materias que se pueden optar son de características de Algebra, Análi-

sis, Sistemas Dinámicos, Geometría–Topología, Optimización y Modelado Matemático; de estos el estudiante deberá cursar dos asignaturas del total disponible que se puede ver el la Tabla 3.8

Tabla 3.8: Materias Electivas B

Sigla	**Materia**
MAT-392	Análisis Funcional
MAT-371	Álgebra Conmutativa
MAT-381	Álgebra Homológica
MAT-363	Topología Algebraica
MAT-372	Análisis Complejo II
MAT-375	Ecuaciones Diferenciales Parciales
MAT-385	Sistemas Dinámicos
MAT-383	Variedades Diferenciables
MAT-393	Topología Diferencial
MAT-374	Análisis Matricial
FIS-377	Física Moderna
FIS-387	Mecánica Cuántica
FIS-307	Tópicos de Física Matemática
QMI-212	Química Inorgánica II
QMI-222	Laboratorio Química Inorgánica II
QMF-313	Físicoquímica III
QMF-323	Laboratorio Físicoquímica III
QMC-305	Tópicos de Química Matemática
INF-271	Teoría de Sistemas y Modelos
INF-282	Especificaciones Formales y Verificación
INF-315	Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos
INF-351	Sistemas Expertos
INF-354	Inteligencia Artificial
INF-306	Tópicos de Computación Cientítica
ECO-224	Ecología I
ECO-241	Ecología II
BIO-308	Tópicos de Biomatemática
MAT-301	Tópicos de Algebra
MAT-302	Tópicos de Análisis
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología
MAT-378	Optimización Dinámica Aplicada
MAT-394	Modelos Matemáticos
MAT-386	Economía Matemática
MAT-377	Criptografia
MAT-374	Análisis Matricial
MAT-396	Teoría de Juegos
MAT-308	Tópicos de Optimización
MAT-304	Tópicos de Modelos Matemáticos

3.16. Duración de la Carrera de Licenciatura en Matemática

Conforme a las resoluciones de la Asamblea Docente Estudiantil y el antecedente del Plan Académico 2007, la duración de la Licenciatura en Matemática es de ocho semestres y mas cuatro semestres para el Grado Terminal de Maestría en Matemática disciplinar de carácter gratuito como el es el pre-grado. El Plan de Estudios contempla una niveles de profundización agrupada por ciclos, en donde el nivel de dificultad para un estudiante promedio aumenta conforme se inscribe en las materias de nivel intermedio o superior. Por tanto, para equilibrar la dedicación en tiempo real y hacer mas plausible el desarrollo de las materias de especialidad en los últimos semestres se ha dispuesto que el estudiante curse un número menor de materias en relación a los de los primeros semestres, aunque la carga horaria demandada por estas asignaturas de alto nivel demandan mas tiempo de estudio tanto para el estudiante como para el docente.

3.17. Malla Curricular

En la Figura 3.1 se muestra la malla de pre-requisitos obligatorias y recomendables del Plan de Estudios de Licenciatura en Matemática, en donde, las flechas sólidas $\longrightarrow$ significan el pre-requisito y la flecha entre líneas $\dashrightarrow$ es sólo recomendable como conocimiento previo. Las materias electivas se toma del grupo correspondiente y se recomienda que la naturaleza de los mismos pertenezcan al mismo área de orientación. Los pre-requisitos obligatorios de las materias electivas están en el Pensum, Tabla 3.11.

3.17.1. Carga Horaria del Plan de Estudios (créditos)

Las asignaturas del Plan de Estudios tienen sus cargas horarias divididas en *horas teóricas*, *horas prácticas* y *horas de laboratorio* que se explican a continuación

Horas Teóricas

Son horas de clases presenciales, regularmente 4 horas en 2 sesiones por semana, donde el docente presenta una visión conceptual de cada tema y desarrolla ideas centrales con la explicación de procesos y métodos. Asimismo, como motivación o como ilustración, se formulan conjeturas y se plantean problemas para hallar, respectivamente, demostraciones y soluciones, a modo de estimular el temperamento creativo.

Horas Prácticas

Estas horas corresponden a la realización de desarrollos propios (individuales o de grupo). Los ejercicios matemáticos no son de aplicación de procedimientos estandarizados; por el contrario, consisten en problemas que significan variantes conceptuales de los temas tratados con resultados afines, que pueden tener relación con otros temas, teorías, disciplinas o simplemente modelos.

En los primeros cursos, se cuenta con la asistencia de Auxiliares de Docencia. El número de horas prácticas en asignaturas del ciclo básico son 2; en el ciclo intermedio 3;y, en el ciclo de orientación 4 horas semanales, excepto que el Proyecto de Grado tiene 20 horas semanales.

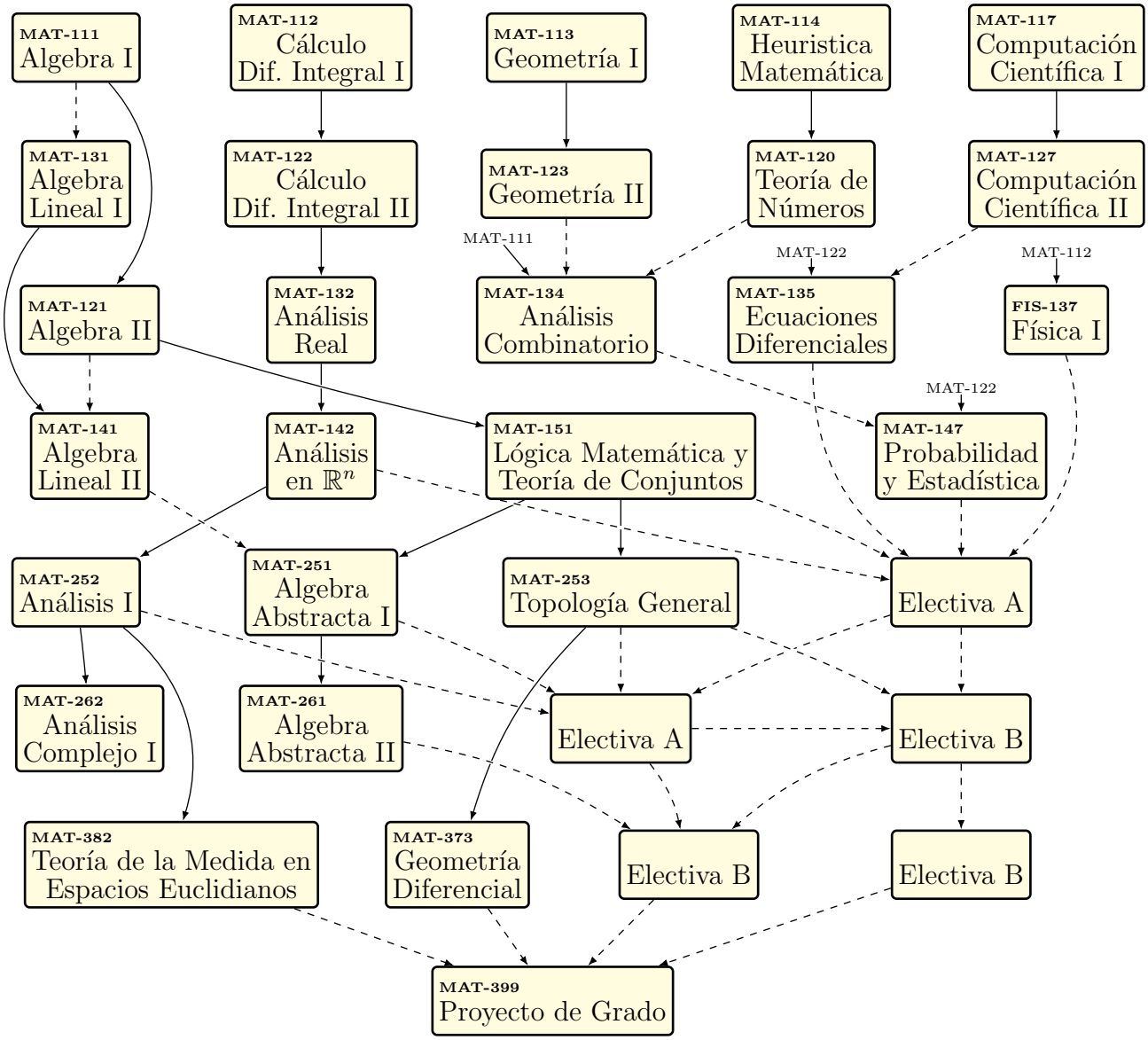

Figura 3.1: Malla Curricular de Licenciatura en Matemática

Horas Laboratorio

Las horas laboratorio están relacionadas con las actividades de *puesta en práctica* de las conclusiones y metodologías en experimentos, observaciones o simulaciones. Por su naturaleza tienen laboratorio las asignaturas computacionales, físicas y los trabajos relacionados con el Proyecto de Trabajo.

La distribución de cargas horarias por semana según las características de las materias se muestra en la Tabla 3.9.

[1]Según las características de las materias electivas u optativas las horas de laboratorio puede varia un poco.

Tabla 3.9: Distribución de Horas del Plan 2017

Materias	Horas teóricas	Horas Prácticas	Horas Laboratorio
Computación	2	1	1
Físicas	4	2	2
Ciclo Básico	4	2	
Ciclo Intermedio	4	3	
Ciclo de Orientación	4	4	
Electivas A	4	3	4[1]
Electivas B	4	4	4[1]
Proyecto de Grado	4	20	4

Una vez computado el número de horas mínimas del plan de estudios reformulado, se tiene 4760 horas académicas[1] para la Licenciatura en Matemática, cuyos detalles se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10: Total Horas Académicas del Plan 2017

Carrera de Matemática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Lab.	Total
Licenciatura	2560	2040	720	5320

3.17.2. Pensum Semestral de Licenciatura

El Plan de Estudios semestralizado de la Carrera de Licenciatura en Matemática, contempla inicialmente 5 materias en los primeros semestres, luego 4 materias y finalmente 3 asignaturas en los últimos semestres, esto es debido a que las materias terminales tienen un grado de complejidad mucho mayor que las materias básicas, de modo que el estudiante dedica incluso mas horas de estudio. Para ver el listado de materias del Pensum vea la Tabla 3.11.

[1]En la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, una hora académica es igual a una hora reloj

Tabla 3.11: Plan de Estudios de Licenciatura en Matemática

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
PRIMER SEMESTRE		CICLO BÁSICO			
MAT-111	Álgebra I	4	2		
MAT-112	Cálculo Diferencial e Integral I	4	2		
MAT-113	Geometría I	4	2		
MAT-114	Heurística Matemática	4	2		
MAT-117	Computación Científica I	4	2	2	
SEGUNDO SEMESTRE					
MAT-131	Álgebra Lineal I	4	2		MAT-111
MAT-122	Cálculo Diferencial e Integral II	4	2		MAT-112
MAT-123	Geometría II	4	2		MAT-113
MAT-120	Teoría de Números	4	2		MAT-114
MAT-127	Computación Científica II	4	2	2	MAT-117
TERCER SEMESTRE					
MAT-121	Álgebra II	4	2		MAT-111
MAT-132	Análisis Real	4	2		MAT-122
MAT-134	Análisis Combinatorio	4	2		MAT-111
FIS-137	Física I	4	2	2	MAT-112
MAT-135	Ecuaciones Diferenciales	4	3		MAT-122
CUARTO SEMESTRE					
MAT-141	Álgebra Lineal II	4	2		MAT-131
MAT-142	Análisis en $\mathbb{R}^n$	4	2		MAT-132
MAT-147	Probabilidades y Estadística	4	2		MAT-122
MAT-151	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	4	3		MAT-121
QUINTO SEMESTRE		CICLO INTERMEDIO			
MAT-252	Análisis I	4	3		MAT-142
MAT-251	Álgebra Abstracta I	4	3		MAT-151
MAT-253	Topología General	4	3		MAT-151
	Electiva A	4	3	3	
SEXTO SEMESTRE					
MAT-262	Análisis Complejo I	4	3		MAT-252
MAT-261	Álgebra Abstracta II	4	4		MAT-251
	Electiva A	4	3	3	
SÉPTIMO SEMESTRE		CICLO DE ORIENTACIÓN			
MAT-382	Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos	4	4		MAT-252
MAT-373	Geometría Diferencial	4	4		MAT-253
	Electiva B	4	4	4	
OCTAVO SEMESTRE					
	Electiva B	4	4	4	
	Electiva B	4	4	4	
MAT-399	Proyecto de Grado	4	20	10	Egresado

Egresado: Estar en condición de obtener el certificado de culminación de materias.

Tabla 3.12: Materias Electivas

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
MATERIAS ELECTIVAS *A*					
FIS-147	Física II	4	3	2	FIS-137
FIS-257	Física III	4	3	2	FIS-147
FIS-267	Mecánica Clásica	4	3	2	FIS-147
QMF-111	Físicoquímica I	4	2		MAT-112
QMF-121	Laboratorio Físicoquímica I	1		3	MAT-112
QMF-212	Físicoquímica II	4	2		MAT-122
QMF-222	Laboratorio Físicoquímica II	1		3	MAT-122
QMI-211	Química Inorgánica I	4	2		MAT-122
QMI-221	Laboratorio Química Inorgánica I	1		3	MAT-122
INF-144	Lógica para la Ciencias de la Computación	4	3		MAT-111
INF-154	Lenguajes Formales y Automatas	4	3		MAT-121
INF-164	Teoría de la Información y Codificación	4	3		MAT-132
BIO-223	Genética General	4	3		MAT-122
MAT-284	Biomatemática	4	3	3	MAT-132
MAT-263	Geometría no Euclidiana	4	3		MAT-123
MAT-273	Geometría Proyectiva	4	3		MAT-123
MAT-278	Análisis Numérico	4	3	4	MAT-132
MAT-250	Historia de la Matemática	4	3		MAT-142
MAT-260	El Análisis por su Historia	4	3		MAT-142
MAT-264	Teoría de Grafos	4	3	4	MAT-134
MAT-270	Didáctica de la Matemática	4	3	4	MAT-142
MAT-280	Teoría de la Educación Matemática	4	3	4	MAT-142
MAT-290	Lógica Matemática	4	3		MAT-151
MAT-267	Teoría de la Computación	4	3	4	MAT-141
MAT-258	Teoría de Optimización Lineal	4	3	4	MAT-142
MAT-254	Modelización Matemática	4	3	4	MAT-141
MAT-268	Teoría de Optimización no Lineal	4	3	4	MAT-142
MAT-204	Matemática Actuarial	4	3	3	MAT-132
MAT-294	Matemática Financiera	4	3	3	MAT-132
MAT-274	Teoría de Grafos Aplicada	4	3	3	MAT-141
MAT-283	Álgebra Abstracta Aplicada	4	3	2	MAT-151
MATERIAS ELECTIVAS *B*					
MAT-392	Análisis Funcional	4	4		MAT-252
MAT-371	Álgebra Conmutativa	4	4		MAT-251
MAT-381	Álgebra Homológica	4	4		MAT-251
MAT-363	Topología Algebraica	4	4		MAT-253
MAT-372	Análisis Complejo II	4	4		MAT-262
MAT-375	Ecuaciones Diferenciales Parciales	4	4	4	MAT-135
MAT-385	Sistemas Dinámicos	4	4	2	MAT-242
MAT-383	Variedades Diferenciables	4	4		MAT-252
MAT-393	Topología Diferencial	4	4		MAT-253

Continua en la siguiente página

Tabla 3.12 – *Continua de la página anterior*

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
FIS-377	Física Moderna	4	4	2	MAT-147
FIS-387	Mecánica Cuántica	4	4	2	MAT-377
FIS-307	Tópicos de Física Matemática	4	4		MAT-142
QMI-212	Química Inorgánica II	4	2		MAT-122
QMI-222	Laboratorio Química Inorgánica II	1		3	MAT-122
QMF-313	Físicoquímica III	4	2		MAT-122
QMF-323	Laboratorio Físicoquímica III	1		3	MAT-122
QMC-305	Tópicos de Química Matemática	4	4		MAT-142
INF-271	Teoría de Sistemas y Modelos	4	4		MAT-132
INF-282	Especificaciones Formales y Verificación	4	4		MAT-151
INF-315	Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos	4	4		MAT-132
INF-351	Sistemas Expertos	4	4		MAT-142
INF-354	Inteligencia Artificial	4	4		MAT-142
INF-306	Tópicos de Computación Cientítica	4	4		MAT-142
ECO-224	Ecología I	4	4		MAT-132
ECO-241	Ecología II	4	4		ECO-224
BIO-308	Tópicos de Biomatemática	4	4		MAT-142
MAT-301	Tópicos de Algebra	4	4		MAT-251
MAT-302	Tópicos de Análisis	4	4		MAT-252
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología	4	4		MAT-253
MAT-378	Optimización Dinámica Aplicada	4	4	4	MAT-258
MAT-394	Modelos Matemáticos	4	4	4	MAT-254
MAT-386	Economía Matemática	4	4	4	MAT-254
MAT-377	Criptografía	4	4	4	MAT-252
MAT-374	Análisis Matricial	4	4	4	MAT-241
MAT-396	Teoría de Juegos	4	4	4	MAT-147
MAT-308	Tópicos de Optimización	4	4		MAT-258
MAT-304	Tópicos de Modelos Matemáticos	4	4	4	MAT-254

3.17.3. Caracterización de las Materias

Materias de Especialidad

Entendemos por materias de especialidad las asignaturas del plan de estudios de la Carrera que presentan tal profundidad teórica y énfasis conceptual que definen la identidad profesional.

Estas asignaturas pueden ser llevadas por estudiantes de otras Carreras; por ejemplo, como materias electivas de sus estudiantes.

Las materias de especialidad contemplan evaluación permanente en el ciclo básico e investigación bibliográfica en todos los casos. Estas asignaturas de maduración no cuentan con auxiliatura, por exigir un creciente protagonismo en el aprendizaje.

Materias de Servicios

Las materias de servicio son aquellas que, con docentes de nuestra Carrera, se atienden a estudiantes de otras carreras de la Facultad o Universidad con los contenidos y el enfoque apropiado

al área de aplicación de las disciplinas beneficiarias; son llevadas adelante según las necesidades formativas del perfil profesional de la carrera destinataria.

Los paralelos de materias de servicio cuentan en promedio con 250 estudiantes; por lo que las tareas de evaluación están sujetas a un esas condiciones. Estas materias cuentan con auxiliares de docencia, en su mayoría; sin embargo, la metodología problémica de aprendizaje aconseja la totalidad.

3.18. Perfil Profesional

El Licenciado en Matemática posee una alta capacidad de abstracción y es capaz de tratar con soltura temas matemáticos desde una perspectiva lógica con rigor y ajeno a consideraciones subjetivas. Está preparado para conformar equipos multidisciplinarios de investigación, análisis y modelización, así como para impartir docencia en el área en un amplio rango temático y de profundidad.

En el amplio espectro de la matemática, el Licenciado en Matemática posee amplio conocimiento en temas troncales como el Álgebra, Análisis, Geometría y Topología con calidad académica contrastable y con amplio dominio de la teoría desde sus fundamentos.

El profesional matemático tiene amplio dominio de la computadora como instrumento de cálculo, análisis cuantitativo y comunicación técnica, además de los usos convencionales de la misma.

Las características mencionadas hacen de este profesional un valioso agente técnico en los procesos de innovación y transferencia tecnológica asociados al crecimiento y desarrollo.

3.19. Sistema de Evaluación de las Materias

El Ciclo Básico contempla contenidos teóricos esenciales de la Matemática en sus áreas fundamentales: Algebra, Análisis y Geometría, así como en sus aplicaciones. Cada área tiene un peso similar; jamás se abandona el rigor lógico, pero se alienta el ejercicio de la anticipación y de la conjetura plausibles, como ejes de desarrollo creativo. El acceso a los contenidos de cada área es natural y motivado, guardando absoluta congruencia y unidad entre las materias. De esta manera, la matemática aparece como un conjunto estructurado y consistente de conocimientos. Se trabaja con temas concretos que el estudiante pueda comprender íntimamente para visualizar los conceptos en su denotación, para vincular la intuición con la connotación. Sin embargo, claro, el patrón formativo, por ser racional, no es empírico sino conceptual y teórico. En el Ciclo Intermedio, al trabajar en un contexto más general y abstracto tenga a su disposición una ilustración importante. La modalidad de los cursos permite al estudiante desarrollar su habilidad para trabajar tanto individualmente como en grupo. El estudiante irá adquiriendo madurez e iniciativa para trabajar independientemente. De igual manera, se potencia su capacidad de comunicación.

Al finalizar el Ciclo Básico, el estudiante habrá adoptado una actitud creativa, en la cual, el razonamiento lógico (hipótesis arbitrarias y conclusiones válidas)y el sentido común (hipótesis razonables y conclusiones favorables) se hacen sorprendentemente compatibles en el ejercicio de lo plausible. Concurren imaginación y rigor, haciendo de la Matemática algo accesible al humano, rompiendo su triste reputación de cúmulo de inopinadas e incomprensibles reglas y fórmulas; habrá adquirido una sólida formación básica y aplicaciones en otras áreas; así mismo, tendrá seguridad para trabajar en grupos, recurriendo a su habilidad de comunicación.

La evaluación en todas las materias tiene la modalidad de *evaluación continua* y además *aditiva* compuesta por exámenes parciales, prácticas individuales y en grupo; y, un examen final; además del examen de recuperación. El número de exámenes parciales, como el de prácticas y sus ponderaciones varía según las características de las materias y el enfoque de la presentación del profesor, plasmada en su *plan de trabajo*. programáticos de las asignaturas.

3.19.1. Exámenes Parciales

Los exámenes parciales normalmente son tres por semestre, según la partición que aconseja la configuración propia de cada asignatura; y, son normalmente son escritos.

3.19.2. Examen Final

Es un examen exhaustivo con problemas sobre *todo el contenido* avanzado de la materia en el semestre.

3.19.3. Prácticas

Son trabajos propuestos por el Docente y elaborados por los alumnos de forma individual o grupal, según la materia; pueden consistir en la resolución de ejercicios, problemas de aplicación, tareas de investigación para exponer posteriormente ante el profesor o el curso. Las ponderaciones de cada práctica varían según su profundidad y complejidad, pero, en ningún caso, la ponderación de las prácticas supera al del examen final o a la suma de los exámenes parciales.

3.19.4. Examen de Recuperación

Es la modalidad del segundo turno; consiste en rendir un examen parcial cuya calificación reemplazará a la antigua. Este examen constituye una oportunidad para el estudiante que no dio un examen parcial, o que rindió mal, por alguna razón o sin ella. La eventual inasistencia del alumno deberá ser comunicada con oportunidad para evitar omisiones en las listas.

3.20. Sistema de Titulación

3.20.1. Egreso: Culminación de Materias

Conforme a las normas universitarias, una vez completada todas las materias hasta el octavo semestre, faltándole únicamente el MAT-399 Proyecto de Grado, el estudiante está en condición de solicitar al Señor Decano el **Certificado de Culminación de Materias** que es extendido previo informe académico de la Carrera; este documento le servirá para los trámites conducentes al Diploma Académico.

3.20.2. Colación de Grado

Después de la aprobación satisfactoria del trabajo en el Honorable Consejo de Carrera, el estudiante podrá hacer todos los trámites pertinentes para su Diploma Académico con lo que accede a la condición de profesional matemático. Por lo tanto, el interesado tramita su grado

en las oficinas de Títulos y Diplomas de la UMSA. La Universidad fija periódicamente fechas de graduación para universitarios de todas las carreras. En solemne ceremonia, luego del formal juramento para el ejercicio profesional en todo el territorio nacional, se entregan los Diplomas Académicos, en nuestro caso, con el grado de

LICENCIADO EN MATEMÁTICA

con el juramento de ley correspondiente.

3.20.3. Título Profesional

Una vez obtenida el Diploma Académico, mediante un trámite administrativo en las oficinas de Títulos y Diplomas de la UMSA, la Universidad Mayor de San Andrés otorga el Título en Provisión Nacional de **Matemático** a nivel de Licenciatura, con el cual puede ejercer la profesión en el todo el territorio nacional con los derechos y obligaciones que impone la ley.

Programa de Asignaturas

Capítulo 4

Competencias del Programa de Licenciatura

4.1. Competencias Generales

Los estudiantes de Licenciatura en Matemática desarrollan las siguientes competencias relacionadas con el desarrollo de la Matemática:

Pensamiento Crítico: Identifica, reflexiona, evalúa, integra y aplica diferentes tipos de información y conocimientos para formar juicios independientes. Piensa lógica y analíticamente y obtiene conclusiones basadas en información cuantitativa y cualitativa.

Resolución de Problemas: Evalúa e interpreta situaciones complejas, escoge entre varias estrategias de resolución potencialmente apropiadas, persiste en la dificultad y presenta alternativas de solución completas y convenientes que incluyan apropiadas justificaciones de sus razonamientos.

El ambiente de claridad conceptual y el contexto teorema-demostración que rodea a la matemática hace que el entendimiento de un tema en sus diferentes facetas genere en el Licenciado en Matemática competencias relativas a formar juicios independientes a partir de la identificación, reflexión y evaluación.

El Licenciado en Matemática posee capacidades analíticas que le permiten evaluar e interpretar con soltura situaciones complejas proponiendo alternativas de solución completas respaldadas en argumentos apropiados.

4.2. Competencias del Ciclo Básico

En el ciclo básico común es necesario que el estudiante se forme con competencias básicas de la Matemática que permita abordar temas abstractos en el ciclo de formación. Para facilitar la transición al siguiente ciclo, algunas materias del segundo año se desarrollan con un enfoque de pre-análisis que permite al estudiante comprender el formalismo matemático aun con temas básicos del Álgebra, Cálculo y Geometría. En este ciclo, el estudiante desarrolla dos tipos de competencias, competencias teóricas relativas al razonamiento abstracto y competencias prácticas referidas a las aplicaciones.

Competencias Teóricas:

- Comprende el significado de un nuevo concepto, en términos de otros ya conocidos y es capaz de utilizarlo con corrección y pertinencia.
- Discierne razonamientos válidos en demostraciones matemáticas e identifica falacias o errores en razonamientos incorrectos en procesos deductivos.
- Comprende con suficiencia y rigor el lenguaje matemático para luego comunicarse en esos términos.
- Realiza demostraciones por analogía con resultados clásicos de distintas áreas de la Matemática.
- Construye demostraciones alternativas de proposiciones que se le plantee.

Competencias Prácticas y Aplicativas:

- Dispone de métodos para plantear la resolución de problemas, en diversas áreas de la Matemática, para encontrar soluciones exactas o aproximadas.
- Recurre a la heurística para identificar herramientas adecuadas al problema.
- Resuelve problemas enfrentando restricciones de tiempo y recursos.
- Propone modelos de fenómenos simples, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- Identifica problemas, distinguiendo sus elementos esenciales para elaborar su modelización.
- Interpreta resultados obtenidos a través de un modelo.

4.3. Competencias del Ciclo Intermedio y de Orientación de Matemática

En el ciclo de intermedio, el estudiante cultiva su pensamiento abstracto en distintas áreas de la matemática, lo cual permite discernir temas de contenido abstracto. En el ciclo de orientación, se abordan tópicos avanzados de la Matemática que le permiten consolidar sus capacidades de abstracción, análisis y discernimiento en situaciones matemáticamente complejas, particularmente en las áreas de Álgebra, Análisis, y Geometría y Topología. Con mayor precisión, en estos ciclos se desarrollan progresivamente las competencias que a continuación se señalan.

Competencias:

- Maneja los conceptos y propiedades matemáticos con un nivel de abstracción y complejidad.
- Profundiza en la capacidad de formular demostraciones alternativas.
- Desarrolla la Matemática teórica con rigor y presentación formal.
- Demuestra autonomía en la utilización de información pertinente.

4.4. Competencias del Ciclo Intermedio y de Orientación de Matemática Aplicada

El estudiante de Matemática Aplicada, esencialmente tiene las mismas competencias de un Matemático orientadas hacia tópicos de naturaleza aplicada, lo cual le permite plantear y resolver problemas generando algoritmos y realizando implementaciones computacionales pertinentes.

Objetivos:

- Plantear modelos matemáticos de cierta complejidad en diversos ámbitos.
- Conocer herramientas informáticas y numéricas para resolver problemas concretos.
- Desarrollar e implementar métodos cuantitativos y de optimización para resolver problemas de mayor complejidad computacional.

Competencias:

- Interpreta resultados matemáticos en términos del lenguaje de otras disciplinas.
- A partir de los datos construye información y genera nuevos conocimientos.
- Identifica, plantea y resuelve problemas mediante métodos de aproximación en el ordenador.
- Utiliza herramientas de computación científica, que permite realizar las implementaciones de sus algoritmos.

Capítulo 5

Ciclo Básico

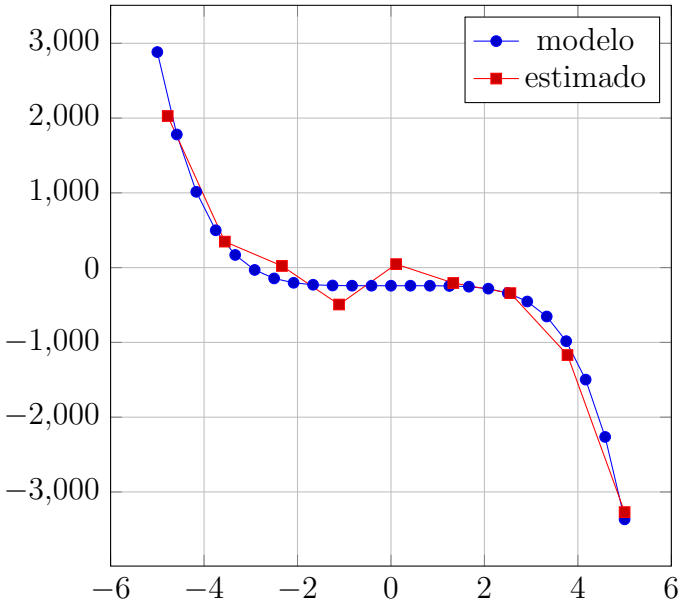

Figura 5.1: Gráfica de funciones

Primer Semestre:

MAT-111	Álgebra I
MAT-112	Cálculo Diferencial e Integral I
MAT-113	Geometría I
MAT-114	Heurística Matemática
MAT-117	Computación Científica I

Segundo Semestre:

MAT-131	Algebra Lineal I
MAT-122	Cálculo Diferencial e Integral II
MAT-123	Geometría II
MAT-124	Teoría de Números
MAT-127	Computación Científica II

Tercer Semestre:

MAT-121	Álgebra II
MAT-132	Análisis Real
MAT-134	Análisis Combinatorio
MAT-135	Ecuaciones Diferenciales
FIS-137	Física I

Cuarto Semestre:

MAT-141	Algebra Lineal II
MAT-142	Análisis en $\mathbb{R}^n$
MAT-147	Probabilidades y Estadística
MAT-151	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos

El ciclo básico consta de cuatro semestres, en los que se cursan asignaturas de formación básica como cálculos diferenciales e integrales, álgebras, geometrías, modelos matemáticos, físicas básicas, probabilidades y laboratorios de computación. La mayoría de los contenidos de las unidades didácticas se realizan en contextos concretos, como el espacio euclídeo o conjuntos de números.

Las materias del primer semestre tienen un calibrado énfasis de iniciación; con accesos motivados y razonables, estimulan la pasión por la Matemática, mostrando su celebrada capacidad de conciliar armónicamente sencillez, belleza y eficacia. Se presentan, de manera rigurosa y conceptual, contenidos de aritmética y álgebra elemental, cálculo y geometría, así como modelos matemáticos, materia orientada a introducir al estudiante en la consideración racional de la fenomenología, a partir de problemas que requieren respuestas simplemente satisfactorias, recurriendo a procesos efectivos; para lo cual, se proporcionan los recursos tecnológicos emergentes en una primera asignatura de computación.

Las materias del segundo semestre mantienen el temperamento del primero, abordando nuevos temas; y, profundizando e ilustrando conceptos. Se tiene tres materias troncales con contenidos más avanzados. En este nivel, el estudiante conoce conceptos centrales, como de continuidad y derivación, e ingresa a nuevos, como integración. Por otro lado, en computación se perfecciona en el manejo de aplicaciones especializadas como ser Geogebra, MATHEMATICA, MATLAB o Maple, con la cual, el alumno puede realizar desarrollos en un muy apropiado lenguaje de programación, como aplicar las funciones definidas en cálculo, resolver ecuaciones, realizar operaciones algebraicas, graficar, etc; también aprende a manejar el editor de textos científicos LaTeX usado en libros, revistas y artículos internacionales, reconocido por la Sociedad Americana de Matemática y la Sociedad Boliviana de Matemática.

En el tercer y cuarto semestres se inicia a formalizar los conceptos de Cálculo y Algebra con una complementación de las Ecuaciones Diferenciales y el Algebra Lineal. Esta asignatura es altamente instrumental y está presente en gran parte de los modelos por la naturaleza lineal de las aproximaciones, como por ejemplo, las técnicas taxativas de solución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.

5.1. Primer Semestre

5.1.1. MAT-111: Algebra I

Identificación

Asignatura:	Algebra I
Sigla:	MAT–111
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Algebra elemental
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivos

Aproximar al estudiante inicial hacia contenidos estructurales del Álgebra en un desarrollo conceptual, amigable y versátil; privilegiando un acceso motivado al concepto, a partir de realizaciones del mismo, en un marco de rigor lógico, a través del generoso círculo virtuoso concreto $\leftrightarrows$ abstracto.

Competencias

Logra capturar, el abordaje semántico, los conceptos lógicos y los elementos iniciales del Álgebra (Conjuntos, Relaciones, Aritmética, Estructuras); viéndose forzado, desde un principio, a rescatar su sentido común y recurrir a su inteligencia y a su creatividad. Ese proceso, en la mayoría de los casos, resulta una revelación, puesto que el estudiante nuevo no tiene -salvo excepciones- formación matemática alguna, sino un adiestramiento basado en la simple memorización de procedimientos que aplica mecánicamente, sin la menor insinuación de razonamiento o creatividad, en oposición a las necesidades de aprendizaje de la Matemática, que suponen discernimiento e iniciativa. Alcanza un grado satisfactorio de destreza operativa, adoptando, cuando es pertinente, resoluciones computacionales.

Programa Sintético

Lógica elemental. Conjuntos. Relaciones y funciones. Aritmética. Los números complejos. Algebra de Boole.

Contenidos analíticos

1. *Lógica Elemental (tratamiento semántico):1.1* Discurso científico; *1.2* Enunciados, Deducciones y Demostraciones; *1.3* Cuantificación.
2. *Conjuntos:2.1* Coleccionamiento; *2.2* Paradoja de Russell, *2.3* Álgebra de Conjuntos; *2.4* Familias; *2.5* Potencia; *2.6* Producto.
3. *Relaciones y Funciones:3.1* Generalidades; *3.2* Clasificación; *3.3* Orden; *3.4* Tipos de Funciones. *3.5* Propiedades.
4. *Aritmética:4.1* Números Naturales y Enteros, *4.2* Divisibilidad, *4.3* Orden, *4.4* Operaciones; PBO; PIM; TIM; *4.5* Algoritmo de la División; *4.6* MCD; *4.7* mcm; *4.8* Algoritmo de Euclides; *4.9* Binomio de Newton; *4.10* Números Primos; *4.11* Descomposición Prima, *4.12* Números Racionales. *4.13* Recursividad; *4.14* Ecuaciones Diofánticas; *4.15* Enteros (mod n); *4.16* Teorema Chino del Resto.
5. *Números Complejos:5.1* Propiedades, *5.2* Forma Polar, *5.3* Moivre, *5.4* Raíces, *5.5* Logaritmos.
6. *Álgebra de Boole:6.1* Propiedades. *6.2* Funciones de Conmutación.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Goles Erick, (1993), *Algebra*, Dolmen Estudio.

[2] Grimaldi Ralph, (1997), *Matemática Discreta y Combinatoria*, 3ra. Ed. Pearson Prentice-Hall.

[3] Childs, L., & Childs, L. N. (1979), *A concrete introduction to higher algebra* (Vol. 1, No. 2). Springer.

[4] Abramo Hefez, (1997), *Curso de Álgebra Vol. I*, Ed. IMPA, Río de Janeiro, Brasil.

[5] H. Cárdenas, E. Lluis, F. Raggi y F. Tomas (1981), *Algebra Superior*, Ed Trillas.

[6] Armando Rojo (1981), *Algebra*, Ed. El Ateneo.

[7] B.P. Palka, (1991), *An Introduction to Complex Function Theory*, Springer Verlag. (Cap.1)

5.1.2. MAT-112: Cálculo Diferencial e Integral I

Identificación

Asignatura:	Cálculo Diferencial e Integral I
Sigla:	MAT–112
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Algebra elemental
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivos

Para funciones reales de una variable real continuas o a lo sumo continuas por tramos, explica de forma rigurosa y gráfica, los conceptos de límite, la derivada y la integral, demuestra algunas propiedades y desarrolla algunos métodos para el cálculo de límites, reglas de derivadas y técnicas de integración. Finalmente aplica estos conceptos en la resolución de algunos problemas de optimización y cálculo de áreas o volúmenes. Para cálculos complejos, usa una de las aplicaciones computacionales como Geogebra, Mathematica o Maple.

Competencias

Comprende los conceptos de límites, continuidad, la derivada y la integral de funciones reales de una variable real; y, demuestra sus propiedades para calcular el límite, la derivada y la integral de una función. Aplica los conceptos anteriores para resolver problemas de: máximos y mínimos, cálculo de áreas y volúmenes de revolución; y, contrasta sus resultados con alguna aplicación computacional.

Programa Sintético

Números Reales y sus propiedades. Funciones reales de variable real. Limites y continuidad. Derivadas y las reglas de derivación. Aplicaciones de la derivada: máximos mínimos y Serie de Taylor. Integración y métodos de integración.

Contenidos analíticos

1. *Números Reales y sus propiedades:1.1* Descripción de números naturales, enteros, racionales, irracionales y reales *1.2* Propiedades básicas de los numeros reales *1.3* Teoremas de aplicación *1.4* Interpretación geométrica de $\mathbb{R}$ *1.5* Intervalos y desigualdades *1.6* Valor absoluto y ejercicios de aplicación
2. *Funciones reales de variable real:2.1* Concepto de función real de variable real *2.2* Propiedades de las funciones *2.3* Esbozo de gráficas sobre el plano cartesiano *2.4* Funciones elementales *2.5* Inversa de funciones
3. *Limites y continuidad:3.1* Aproximación de funciones entorno de un punto de acumulación *3.2* Concepto de límite *3.3* Propiedades de límite *3.4* Límites básicos y cálculo de límites *3.5* Límites laterales *3.6* Limites al infinito y en el infinito *3.7* Continuidad de funciones *3.8* Propiedades de continuidad *3.9* Teorema del valor intermedio
4. *Derivadas y las reglas de derivación:4.1* Razones incrementales y rectas tangentes *4.2* Concepto de la derivada *4.3* Teoremas sobre derivadas *4.4* Derivadas de funciones elementales y cálculo de derivadas *4.5* Derivadas de funciones inversas *4.6* Derivadas de orden superior *4.7* Derivación implícita *4.8* Diferenciales
5. *Aplicaciones de la derivada: máximos mínimos y Serie de Taylor:5.1* Teorema del Valor Medio y sus aplicaciones *5.2* Condiciones de primer y segundo orden en optimización *5.3* Series de Taylor para funciones *5.4* Problemas de aplicación
6. *Integración y métodos de integración:6.1* Sumas de Riemann para funciones continuas *6.2* La integral definida para funciones a continuas y continuas por tramos. *6.3* Teoremas sobre integrales *6.4* Teorema Fundamental del Cálculo *6.5* La integral indefinida *6.6* Cálculo de áreas, longitud de curvas y volúmenes de revolución

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] James Stewart, *Single variable calculus: early transcendentals*, Cengage Learning, 2011.

[2] Michael Spivak, (1992), *Calculus*, Ed. Reverté S.A., Barcelona.

[3] George Brinton Thomas, Maurice D Weir, Joel Hass y Frank R Giordano, *Cálculo: una variable*, Pearson Education, 2005

[4] Richard Courant y Fritz Jhon (1990), *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, Volúmen I, Ed. Limusa, México.

[5] Robert G. Bartle y Donald R. Sherbert, (1996), *Introducción al Análisis Matemático de una variable*, Ed. Limusa, México.

[6] T. M. Apostol, (1967), *Calculus*, Volúmen 1, Ed. Blaisdell Publishing Co., Madrid.

5.1.3. MAT-113: Geometría I

Identificación

Asignatura:	Geometría I
Sigla:	MAT–113
Area Curricular:	Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Geometría elemental
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Establecer la relación estrecha que existe entre los conceptos, estrategias y propiedades geométricas de las formas y situaciones en el plano y en el espacio, y sus aplicaciones en el mundo que nos rodea, desarrollando las capacidades de los alumnos en el marco del pensamiento creativo, el razonamiento y la resolución de problemas del entorno local y regional.

Visualizar y aplicar la idea de forma y situación en el plano y en el espacio para la construcción de modelos geométricos y la resolución de problemas de su entorno.

Competencias

Comprende los elementos básicos de la Geometría com ser: punto, recta, plano, ángulo y círculo; y, realiza construcciones de polígonos regulares y otras figuras con regla y compás. Demuestra algunas propiedades algebraicas de las figuras geométricas y resuelve problemas de planteo con herramientas geométricas y contrasta sus resultados con alguna implementación computacional.

Programa Sintético

Elementos Geométricos. Razonamiento en Geometría. Triángulos y Congruencia, Rectas y planos paralelos. Cuadriláteros y polígonos. Semejanza. Círculos. Area y perímetro. Sólidos. Teoremas de Ceva y Melenao. Construcciones con regla y compás

Contenidos analíticos

1. *Elementos Geométricos:1.1* Introducción *1.2* Punto, recta, plano y espacio *1.3* Segmentos y ángulos *1.4* Bisectrices del segmento y del ángulo *1.5* Rectas y planos perpendiculares o Polígonos *1.6* Problemas de aplicación
2. *Razonamiento en Geometría:2.1* Introducción *2.2* Razonamiento inductivo *2.3* Tipos de proposiciones *2.4* Esquemas de razonamiento: deducción *2.5* Postulados de geometría *2.6* Problemas de aplicación
3. *Triángulos y Congruencia:3.1* Introducción *3.2* Triángulos congruentes *3.3* Postulados sobre la congruencia: Pruebas *3.4* Congruencia de segmentos y ángulos: Pruebas *3.5* Pruebas indirectas *3.6* Problemas de aplicación
4. *Rectas y Planos Paralelos:4.1* Introducción *4.2* Teoremas sobre rectas paralelas *4.3* El postulado de las rectas paralelas *4.4* Clasificación de los rectángulos *4.5* Triángulos isósceles *4.6* Medida de los ángulos de un triángulo *4.7* Teorema de la congruencia de la hipotenusa y el cateto *4.8* Teorema de Pitágoras *4.9* Teoremas de las concurrencias en un triángulo *4.10* Desigualdades en un triángulo *4.11* Problemas de aplicación
5. *Cuadriláteros y Polígonos:5.1* Introducción *5.2* Paralelogramos y cuadriláteros *5.3* Teorema del segmento medio *5.4* Rectángulos, rombos y cuadrados *5.5* Trapecios *5.6* Ángulos de un polígono *5.7* Problemas de aplicación
6. *Semejanza:6.1* Introducción *6.2* Proporciones. *6.3* Teorema fundamental de la proporcionalidad: postulado de semejanza AAA. *6.4* Triángulos rectángulos: Teoremas de semejanza *6.5* Problemas de aplicación
7. *Círculos:7.1* Introducción *7.2* Cuerdas y segmentos desde el centro *7.3* Perpendiculares a las cuerdas *7.4* Tangentes a los círculos *7.5* Ángulos formados por cuerdas y tangentes *7.6* Ángulos formados por tangentes y secantes *7.7* Problemas de aplicación

8. *Area y Perímetro:8.1* Introducción *8.2* Áreas de paralelogramos, triángulos y trapecios *8.3* Áreas de polígonos regulares *8.4* Áreas de círculos y figuras circulares *8.5* Problemas de aplicación
9. *Sólidos:9.1* Introducción *9.2* Pirámides y prismas *9.3* Áreas de prismas y pirámides *9.4* Volumen de prismas *9.5* Volumen de pirámides *9.6* Área y volumen de cilindros *9.7* Área y volumen de conos *9.8* Área y volumen de esferas *9.9* Poliedros regulares *9.10* Problemas de aplicación
10. *Teoremas De Ceva Y Menelao:10.1* Introducción *10.2* Concurrencia y colinealidad *10.3* Teorema de Ceva: Forma trigonométrica *10.4* Teorema de Menéalo: Forma trigonométrica *10.5* Problemas de aplicación
11. *Construcciones Con Regla Y Compás:11.1* Introducción *11.2* Tres problemas famosos *11.3* Construcciones con regla y compás *11.4* Geometría de Mascheroni *11.5* Construcciones con el compás *11.6* División de la circunferencia *11.7* Simplicidad y exactitud de las construcciones *11.8* Problemas de aplicación

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3	4		5		6		7		8	9		10		11	

Bibliografía

[1] Clemens, Stanley R., O'Daffer, Phares G. Cooney Thomas J., (1998) *Geometría con Aplicaciones*, Addison-Wesley, México.

[2] Shively, Levi S., (1966), *Introducción de la Geometría Moderna*, Ed. Continental, México.

[3] Eves, Howard, (1969), *Geometría I y II*, México.

[4] Moise E, Downs G., (1985), *Geometría Moderna*, Ed. Addison-Wesley, México

[5] I. Shariguin, (1989), *Problemas de Geometría*, Ed. Mir, Moscú.

5.1.4. MAT-114: Heurística Matemática

Identificación

Asignatura:	Heurística Matemática
Sigla:	MAT–114
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Algebra elemental
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivos

La matemática es presentada usualmente sólo como una ciencia deductiva, formal y organizada sistemáticamente. Sin embargo este es sólo uno de sus aspectos. El otro aspecto puede apreciarse en su fase formativa, en la etapa de investigación, cuando se buscan resultados de interés. En esta fase es preciso razonar mediante analogías, recurrir al razonamiento inductivo, proponer conjeturas plausibles, buscar pautas, construir modelos. Este segundo aspecto tiene igual o mayor importancia que el primero ya que el crecimiento y evolución de la matemática misma ocurre en él.

La resolución de problemas, por otra parte, constituye la esencia misma de la matemática, y guarda similitud con la búsqueda de resultados. Se conocen actualmente una serie de heurísticas de probada efectividad en la resolución de problemas. Búsqueda, descubrimiento (o redescubrimiento) de resultados, planteo y resolución de problemas, todo ello enmarcado dentro del razonamiento plausible, es la temática que se ofrece al estudiante dentro de la presente materia. Se quiere, con ello, brindarle los fundamentos para indagar con base científica, motivar su afán de investigación y brindarle lineamientos que le permitan optimizar su destreza en resolución de problemas.

Competencias

Formula conjeturas plausibles sobre la base de indagaciones inductivas. Emplea de manera creativa el razonamiento por analogía. Pone a prueba sus conjeturas para reafirmarlas o refutarlas. Emplea con propiedad la especialización y la generalización. Plantea problemas y los resuelve siguiendo guías heurísticas a las cuales recurre por hábito. Sabe elegir y emplear con propiedad las diversas técnicas para la resolución de problemas. Recolecta datos y formula hipótesis con los cuales estima, de modo fundamentado, valores numéricos y cantidades, relativas a problemas del mundo real.

Programa Sintético

Representando números, buscando patrones. Visualizando ideas matemáticas. Razonamiento Inductivo. Generalización, Especialización y Analogía. Heurísticas en resolución de problemas. Tácticas de resolución de problemas. Fundamentos de Modelización.

Contenidos analíticos

1. *Representando números, buscando patrones.1.1* Conjuntos numéricos usuales, *1.2* Números Primos, *1.3* Clases de residuos, *1.4* Números figurados del plano y del espacio, *1.5* Números factoriales, números combinatorios.
2. *Visualizando ideas matemáticas.2.1* Sumas finitas, *2.2* Desigualdades, *2.3* Relaciones trigonométricas, *2.4* Identidades algebraicas, *2.5* Teoremas geométricos *2.6* Series infinitas.

Razonamiento Inductivo.*2.7* El proceso del razonamiento inductivo, *2.8* Inducción en Teoría de Números, *2.9* Inducción en Geometría, *2.10* La inducción puede conducir a error.

3. *Generalización, Especialización y Analogía.3.1* Generalización, *3.2* Especialización, *3.3* Analogía, *3.4* Descubrimiento por analogía

4. *Heurísticas en resolución de problemas.4.1* Estrategia de cuatro etapas *4.2* Guía de heurísticas *4.3* Acerca de gráficos y notación *4.4* Una metáfora *4.5* Problemas ilustrativos.
5. *Tácticas de resolución de problemas.5.1* Buscar alguna pauta, *5.2* Explotar la simetría, *5.3* Formular un problema equivalente, *5.4* Dividir en casos, *5.5* Explotar la paridad, *5.6* Razonar regresivamente, *5.7* Argumentar por contradicción, *5.8* Considerar casos extremos, *5.9* El Principio de las casillas.
6. *Fundamentos de Modelización.6.1* ¿Qué es un modelo? *6.2* Modelos Matemáticos, *6.3* Utilidad de los modelos, *6.4* Resolución y Propósito, *6.5* Heurísticas en elaboración de modelos, *6.6* Estimación razonable, Problemas de Fermi, *6.7* Modelos matemáticos, ejemplos.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3				4				5			6		

Bibliografía

[1] Claudi Alsina & Roger B. Nelsen, *Math Made Visual*, Ed. MAA, Washington.
[2] Conway John H., Guy Richard K., *The Book of Numbers*, Springer Verlag, New York 1996.
[3] Polya G., *Induction and Analogy in Mathematics*, Ed. Princeton University Press, New Jersey 1954
[4] Polya George, *Como plantear y resolver problemas*, Ed. Trillas, México, 1992
[5] Polya George, *Mathematical Discovery*, Ed. John Wiley and Sons.
[6] Larson C., *Problem Solving Through problems*, Ed Springer, New York, 1983
[7] Arthur Engel, *Problem-Solving Strategies*, Ed. Springer, New York, 1998

[8] Jirí Herman, Radan Kucera, Jaromir Simsa, *Equations and Inequalities*, Ed. Springer, New York, 2000.
[9] Mooney Douglas y Swift Randall, A Course in Mathematical Modeling, Ed. MAA, USA, 1999
[10] Machicao Marcelo, *Heurística Matemática*, 2015.

5.1.5. MAT-117: Computación Científica I

Identificación

Asignatura:	Computación Científica I
Sigla:	MAT–117
Area Curricular:	Ciencias de la Computación
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	1 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Matemática Elemental
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística

Objetivos

Explorar los sistemas operativos windows y linux. Construir programas computacionales aplicando las estructuras básicas de programación *if then else, for while*. Editar y diagramar textos matemáticos con formato de un articulo científico, una carta o un libro en LaTeX.

Competencias

Construye programas computacionales de algoritmos básicos de matemáticas en algún lenguaje estructurado como MATLAB, Mathematica o java, C, phyton o en algún lenguaje apropiado.

Programa Sintético

Sistemas Operativos. Diagramación con Latex. Introducción a las Aplicaciones Matemáticas. Programación Estructurada.

Contenidos analíticos

1. *Sistemas Operativos:1.1* Un vistazo al Sistema Operativo WINDOWS *1.2* Comandos básicos del Sistema Operativo Linux
2. *Diagramación con Latex:2.1* Editor WinEdt o una alternativa *2.2* Estructuras del Documento LaTeX: Artículo, Carta, Reporte, Libro, latex-beamer y Tikz *2.3* Herramientas de Edición *2.4* Simbología matemática *2.5* Tablas e inclusión de gráficas *2.6* Elaboración de bibliografías e índices
3. *Introducción a las Aplicaciones Matemáticas3.1* Descripción del entorno de MATLAB, Mathematica, Maple y Geogebra *3.2* Operaciones básicas del algebra y aritmética *3.3* Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones *3.4* Generación de gráficas simples
4. *Programación estructurada:4.1* Sentencias de control: if then else *4.2* Bucles: for, while, do;

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que

permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

La materia como materia de servicio de la Carrera de Informática no tiene Auxiliar de Docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, y *métodos* en la *implementación* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje técnico* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3						4					

Bibliografía

[1] Rodrigo de Castro Korgi, (2001), *El Universo LaTeX*, Depto. Matemática y Estadística de Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

[2] Leslie Lamport, (1986), *LaTeX A Document Preparation System*, Digital Equipment Corporation, Addison-Wesley Publishing Company.

[3] Enrique Castillo et al, (1996), *Mathematica*, Editorial Paraninfo, Tercera Edición.

[4] S. Wolfram, (1991), *Mathematica*, 2a ed. Addison-Wesley.

[5] Manuales de Windows y Linux actuales

[6] Manuales de programación estructurada

[7] Manual del MATLAB: `https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf`

[8] Manual de Mathematica: `http://www.wolfram.com/`

[9] Manual de Geogebra: `https://static.geogebra.org/help/docues.pdf`.

5.2. Segundo Semestre

5.2.1. MAT-131: Algebra Lineal I

Identificación

Asignatura:	Álgebra Lineal I
Sigla:	MAT–131
Area Curricular:Algebra	
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Geometría elemental
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar la teoría de matrices y aplicar a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Definir y demostrar propiedades de espacios vectoriales y las transformaciones lineales entre éstas. Calcular los valores y vectores propios de las matrices cuadradas y realizar aplicaciones a diversas áreas de tecnología.

Competencias

Comprende y demuestra las propiedades de matrices, espacios vectoriales, bases y transformaciones lineales; y, aplica sus resultados en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, cambios de base, cálculo de autovalores.

Programa Sintético

Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices. Determinantes. Espacios vectoriales (sobre $\mathbb{R}$ y $\mathbb{C}$). Transformaciones lineales. Ortogonalidad en $\mathbb{R}^n$. Autovalores y autovectores.

Contenidos analíticos

1. *Sistemas de Ecuaciones lineales:1.1* Operaciones elementales de fila y columna. *1.2* Soluciones por eliminación Gaussiana y formas escalonada; existencia y unicidad de soluciones.
2. *Matrices:2.1* Adición y multiplicación. *2.2* Ax como combinación lineal de las columnas de A. *2.3* Matriz inversa. *2.4* Matriz transpuesta. *2.5* Tipos especiales de matrices cuadradas. *2.6* Sistemas lineales en notación matricial. *2.7* Matrices elementales y operaciones de fila y columna. *2.8* Forma escalonada reducida por filas para matrices cuadradas, condiciones de no singularidad, matriz inversa por eliminación Gaussiana.
3. *Determinantes:3.1* Expansión en cofactores por fila y columna. *3.2* Operaciones elementales de fila y columna. *3.3* Determinante de la transpuesta y el producto de matrices. *3.4* Matriz inversa en términos de la adjunta. *3.5* Regla de Cramer.
4. *Espacios vectoriales:4.1* Definición y ejemplos. *4.2* Subespacios. *4.3* Conjuntos generadores. *4.4* Independencia lineal. *4.5* Bases y dimensión de un espacio vectorial. *4.6* Cambio de bases. *4.7* Espacio de filas, columnas y rango. *4.8* El espacio nulo.
5. *Transformaciones Lineales:5.1* Definición y ejemplos. *5.2* Representación matricial de transformaciones lineales. *5.3* La ley de cambio de la representación matricial bajo un cambio de base. *5.4* El teorema de Rango-Nulidad.
6. *Ortogonalidad en $\mathbb{R}^n$:6.1* Producto escalar - definición y propiedades. *6.2* Conjuntos ortogonales y ortonormales. *6.3* Complemento ortogonal. *6.4* Proyecciones ortogonales. *6.5* Matrices ortogonales. *6.6* Solución por mínimos cuadrados de sistemas inconsistentes. *6.7* Proceso de Gram-Schmidt
7. *Autovalores y Autovectores:7.1* La ecuación $Ax = \lambda x$. *7.2* El polinomio característico. *7.3* Autovalores y autovectores de clases especiales de matrices. *7.4* Matrices reales simétricas: diagonalización ortogonal. *7.5* Similaridad: distintos autovalores y diagonalización.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Strang, Gilbert. *Introduction to Linear Algebra*, 4th ed.
[2] Meyer, Carl D. *Linear Algebra and Applied Linear Algebra*, 1st ed. SIAM.
[3] Hoffman, Keneth and Kunze, Ray. *Algebra Lineal*, 2nd. ed.
[4] Golub, Gene H. and Van Loa, Charles F. *Matrix Computation*, 3rd ed.

5.2.2. MAT-122: Cálculo Diferencial e Integral II

Identificación

Asignatura:	Cálculo Diferencial e Integral II
Sigla:	MAT–122
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–112
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivos

Para funciones reales o vectoriales de varias variables continuas o a lo sumo continuas en regiones, explica de forma rigurosa y gráfica, los conceptos de límite, la derivadas parciales y la integral múltiple, demuestra algunas propiedades y desarrolla algunos métodos para el cálculo de límites, la gradiente, el jacobiano y técnicas de integración múltiple. Finalmente aplica estos conceptos en la resolución de algunos problemas de optimización y cálculo de áreas o volúmenes. Para cálculos complejos, usa una de las aplicaciones computacionales como Geogebra, Mathematica o Maple.

Competencias

Generaliza los conceptos del límite, la derivada y la integral para funciones reales o vectoriales de una y varias variables mediante las derivadas parciales y la integración múltiple. Demuestra sus propiedades de límites e integrales iteradas. Resuelve problemas de: máximos y mínimos, cálculo de áreas y volúmenes de sólidos; y, contrasta sus resultados con alguna aplicación computacional.

Analiza y demuestra las propiedades de límites, continuidad, derivadas e integración de funciones de varias variables. Aplica resultados para resolver problemas teóricos y prácticos del cálculo de varias variables donde se aplican las derivadas parciales y la integración múltiple.

Programa Sintético

Espacio $\mathbb{R}^n$. Límites y continuidad de funciones de varias variables. Derivadas, la gradiente y el Jacobiano. Aplicaciones de la derivada: máximos, mínimos, multiplicadores de Lagrange y Serie de Taylor. Derivadas de funciones vectoriales de varias variables. Integración múltiple y sus aplicaciones.

Contenidos analíticos

1. *Espacio $\mathbb{R}^n$:1.1* Espacio euclidiano normado *1.2* Bolas, esferas y conjuntos acotados
2. *Límites y continuidad de funciones de varias variables:2.1* Concepto de límite y sus propiedades *2.2* Continuidad de funciones reales de varias variables y sus propiedades. *2.3* Gráfica de superficies.
3. *Derivadas, la gradiente y el Jacobiano:3.1* Derivadas parciales y la regla de la cadena *3.2* La gradiente y su interpretación geométrica *3.3* El Jacobiano y sus propiedades
4. *Aplicaciones de la derivada: máximos, mínimos, multiplicadores de Lagrange y Serie de Taylor:4.1* Máximos y Mínimos *4.2* Condiciones necesarias y suficientes del punto óptimo *4.3* Optimización con restricciones de igualdad, multiplicadores de Lagrange *4.4* Serie de Taylor de funciones reales de varias variables.
5. *Integración múltiple y sus aplicaciones:5.1* Integración múltiple e iterada de funciones de varias variables *5.2* Teoremas de Fubini *5.3* Problemas de aplicación de integración múltiple

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de

laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] James Stewart, *Multivariable calculus*, Cengage Learning, 2011.

[2] Juan de Burgos, *Cálculo infinitesimal en Varias Variables*, Mc Graw-Hill - Interamericana de España S.A. 1995.

[3] George Thomas, *Cálculo en varias variables*, Pearson Education, 2006.

[4] Elon Lages Lima, (1989), *Análisis Real*, Volúmen 1, Ed. IMPA, Rio de Janeiro

[5] Michael Spivak, (1992), *Calculus* Ed. Reverté S.A., Barcelona.

[6] Elon Lages Lima, (1987), *Curso de análise*, Volúmen 1, Ed. IMPA, Brasilia.

[7] Richard Courant y Fritz Jhon, (1990), *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, Volumen 1, Ed. Limusa, México.

[8] Robert G. Bartle y Donald R. Sherbert, (1996), *Introducción al Análisis Matemático de una variable* Ed. Limusa, México.

5.2.3. MAT-123: Geometría II

Identificación

Asignatura:	Geometría II
Sigla:	MAT–123
Area Curricular:	Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–113
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Extender el álgebra y la geometría de los vectores en $\mathbb{R}^2$ al espacio n-dimensional con énfasis particular en el espacio de tres dimensiones. Establecer los criterios para la construcción de gráficas correspondientes a las ecuaciones cuadráticas Analizar las características de las transformaciones rígidas del espacio. Iniciar el estudio de la Geometría Riemanniana de superficies.

Competencias

Estudia y demuestra las propiedades de la geometría analítica sólida para identificar la esfera, el elipsoide y el hiperboloide mediante ecuaciones cuadráticas. Realiza gráficas de ecuaciones cuadráticas, y resuelve problemas teóricos y prácticos de aplicación.

Programa Sintético

Algebra vectorial. Geometría Analítica sólida. Gráficas de Ecuaciones cuadráticas. Transformaciones Rígidas del espacio. Secciones cónicas. Trigonometría analítica. Introducción a la Geometría Riemanniana de superficies.

Contenidos analíticos

1. *Álgebra Vectorial:1.1* Introducción *1.2* Vectores *1.3* Representación geométrica de los vectores *1.4* Paralelismo de vectores *1.5* Ortogonalidad de vectores *1.6* El producto escalar o Proyección ortogonal. Componentes *1.7* Vectores sobre un campo arbitrario *1.8* Problemas de aplicación
2. *Geometría Analítica Sólida:2.1* Introducción *2.2* Espacio euclidiano tridimensional *2.3* Rectas *2.4* El producto vectorial *2.5* El triple producto escalar *2.6* Independencia lineal de vectores *2.7* La ecuación del plano *2.8* Intersección de planos *2.9* Intersección de una recta y un plano *2.10* Bases *2.11* Espacios euclidianos n-dimensiónales *2.12* Problemas de aplicación
3. *Gráficas de Ecuaciones Cuadráticas:3.1* Introducción *3.2* Cilindros y superficies de revolución: definiciones y teorema *3.3* Superficies cuadráticas: definiciones *3.4* Curvas $\mathbb{R}^2$: definiciones y teoremas *3.5* Coordenadas cilíndricas: definición y ecuaciones *3.6* Coordenadas esféricas: definición y ecuaciones *3.7* Problemas de aplicación
4. *Transformaciones Rígidas del Espacio:4.1* Introducción *4.2* Movimientos en el espacio *4.3* Simetrías en el espacio *4.4* Semejanzas en el espacio *4.5* Definiciones y condiciones *4.6* Isometrías del espacio vectorial *4.7* Vectores fijos en una isometría lineal *4.8* Semejanzas del espacio vectorial *4.9* Isometrías y semejanzas del espacio puntual *4.10* Cambio de coordenadas ortonormales *4.11* Problemas de aplicación
5. *Secciones Cónicas:5.1* Introducción *5.2* La circunferencia *5.3* La parábola *5.4* La elipse *5.5* La hipérbola *5.6* Reducción de una forma cuadrática a la forma diagonal *5.7* La ecuación cuadrática general *5.8* Propiedad común de las secciones cónicas *5.9* Problemas de aplicación
6. *Trigonometría Analítica:6.1* Introducción *6.2* Longitud de áreas de circunferencia *6.3* Las funciones circulares *6.4* Gráficos de las funciones trigonométricas *6.5* Ángulo *6.6* Formulas de reducción *6.7* Ángulo de intersección de rectas *6.8* Solución de triángulos *6.9* Coordenadas polares *6.10* Problemas de aplicación

7. Introducción a la Geometría Riemanniana de Superficies:7.1 Introducción *7.2* El espacio euclidiano *7.3* Vectores tangentes *7.4* Derivadas direccionales *7.5* Curvas en E^3 *7.6* 1-formas *7.7* Formas diferenciales *7.8* Mapeos *7.9* Problemas de aplicación

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4			5		6			7		8	

Bibliografía

[1] Haser, La Salle, Sillivan, (1976), *Análisis Matemático II*, Ed. Trillas, México.
[2] Cuesta Dutari, Nurberto, (1968), *Geometría Vectorial*, Ed. Alambra S.A. Madrid, España.
[3] Marsden, Tromba, (1991), *Cálculo Vectorial*, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Deleware, USA.
[4] Queysane, Revuz, (1976), *Geometría*, Ed. Continental S.A. Barcelona, España.
[5] O'Neil Barret, (1972), *Elementos de Geometría Diferencial*, Ed. Limusa-Wiley S.A. México D.F.
[6] Charles Wexler, *Geometría Analítica* (un enfoque vectorial), Ed. Montaner y Simon, S. A., Barcelona.
[7] Tromba, Marsden, *Cálculo Vectorial*, Addison Wesley, México.
[8] John A. Thorpe, *Geometría Diferencial*, Springer Verlag, New York.

5.2.4. MAT-120: Teoría de Números

Identificación

Asignatura:	Teoría de Números
Sigla:	MAT–120
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–114
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

La Teoría de Números es un tema clásico con resultados que se remontan a miles de años atrás; pero es a la vez el más moderno campo de las matemáticas, con descubrimientos recientes que se suceden con frecuencia. Es matemática pura que apela a las mismas destrezas intelectuales que usaban los griegos de la época clásica, pero es también matemática aplicada que requiere apoyarse en el uso de computadores y tecnología moderna. La Teoría de Números ofrece al estudiante oportunidades únicas para la experimentación y para desplegar su imaginación. Como ya lo señalaron Hilbert y Hardy, es fundamental para el entrenamiento matemático inicial. Desde el principio es aparente su esquema coherente, riguroso y de extrema profundidad. Su fuerza radica en su capacidad de brindar problemas de todo tipo de complejidad.

El comprender a profundidad los conceptos y resultados de la Teoría de Números, proporcionará a los estudiantes motivación para indagar, aprecio por la belleza matemática, madurez y sólidos fundamentos concernientes a los números, sus relaciones y propiedades.

Competencias

Conoce los diversos conjuntos numéricos y sus propiedades. Conoce con detalle y cierta profundidad los principales conceptos y teoremas fundamentales de la Teoría de Números. Detecta pautas y regularidades numéricas con solvencia debido a su familiaridad con los conjuntos de números. Propone contraejemplos pertinentes cuando corresponde. Explora, Investiga y pone a prueba conjeturas no solo empleando medios tradicionales sino también el computador.

Programa Sintético

Divisibilidad. Congruencias y sus aplicaciones. Funciones de la Teoría de Números. Raíces Primitivas. Residuos Cuadráticos. Representación de enteros como suma de cuadrados. Fracciones Continuas.

Contenidos analíticos

1. *Divisibilidad*1.1 Principio de buen orden, Inducción. 1.2 Divisibilidad, 1.3 Algoritmo de la División, 1.4 Máximo Común Divisor, 1.5 El Algoritmo de Euclides, 1.6 Mínimo Común Múltiplo, 1.7 Generalización del MCD mcm.1.8 Números primos. 1.9 Representación en base b 1.10 Criterios de divisibilidad.
2. *Congruencias y sus aplicaciones:2.1* Definición y propiedades, *2.2* Sistemas de restos módulo m, *2.3* Inversos módulo m *2.4* Los Teoremas de Wilson y Fermat, *2.5* Pseudoprimos, números de Carmichel, Test de Miller, *2.6* Teorema de Euler, *2.7* Ecuación lineal de congruencias, *2.8* Sistemas de ecuaciones lineales de congruencias. *2.9* El Teorema Chino del residuo, *2.10* Aplicaciones de las congruencias.
3. *Funciones de la Teoría de Números:3.1* Función parte entera, *3.2* Funciones Multiplicativas. *3.3* Las funciones número de divisores y suma de divisores positivos de n. *3.4* Números Perfectos, números de Mersenne, *3.5* La función Phi de Euler, *3.6* La función Mu de Möebius, *3.7* Fórmula de inversión de Möebius, *3.8* Números de Fibonacci.
4. *Raíces Primitivas:4.1* El orden de un entero, *4.2* raíces primitivas, *4.3* raíces primitivas para primos, *4.4* Existencia de raíces primitivas.

5. *Residuos Cuadráticos:5.1* Residuos cuadráticos y no residuos, *5.2* Símbolo de legendre y Criterio de Euler, *5.3* Lema de Gauss, *5.4* Ley de Reciprocidad Cuadrática *5.5* El símbolo de Jacobi, *5.6* Pseudoprimos de Euler.
6. *Representación de enteros como suma de cuadrados:6.1* El problema de Waring, *6.2* Sumas de dos cuadrados, *6.3* Sumas de cuatro cuadrados, *6.4* Un teorema de unicidad de Euler.
7. *Fracciones Continuas:7.1* Definición, notación, *7.2* Convergentes, *7.3* Aproximaciones sucesivas, *7.4* Propiedades de los convergentes.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Kenneth H. Rosen, *Elementary Number Theory & its Aplications* 6th edition, Addison Wesley, USA, 2011.
[2] Oliveira Santos Jose Plinio de, *Introdução a Teoria dos Números*, IMPA Rio de Janeiro 2000.
[3] Enzo R. Gentile, *Aritmética Elemental*, Monografías de la OEA, 1985
[4] Leo Moser, *An Introduction to the Theory of Numbers*, Ed. The Trillia Lectures on Mathematics, USA, 2007

5.2.5. MAT-127: Computación Científica II

Identificación

Asignatura:	Computación Científica II
Sigla:	MAT–127
Area Curricular:	Ciencias de la Computación
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	1 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–117
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística

Objetivos

Explora y aplica comandos de Mathematica o Maple para calcular resultados del álgebra y del cálculo diferencial e integral, así como la resolución de sistemas lineales y no lineales en forma algebraica y numérica. También utiliza MATLAB o MAPLE para cálculos numéricos. Implementa programas de algoritmos simples que resuelven problemas matemáticos.

Competencias

Construye programas computacionales desde algoritmos simples hasta medianamente complejos. Todos las implementaciones computacionales son realizadas en el Laboratorio de Computación o en los equipos personales.

Programa Sintético

Edición Compleja de Texto Matemático. Programación con Aplicaciones Matemáticas. Simulink de MATLAB

Contenidos analíticos

1. *Edición Compleja de Texto Matemático:1.1* Configuración personalizada del editor WinEdt u otro apropiado *1.2* Manejo de documentos grandes en LaTeXen ambiente MiKTeX con división de documentos, documento raíz *1.3* Tablas extremadamente largas *1.4* Inclusión de figuras de diferentes tipos BMP, PS, WMF, GIF, JPEG *1.5* Generación de bibliografías con BibTeX *1.6* Generación de Indices con `MakeIndex` *1.7* Conversión de documentos DVI en PDF (Acrobat Reader), PS (Postscript) y HTML (Hypertext de Internet). *1.8* Paquetes especiales de LaTeX
2. *Programación con Aplicaciones Matemáticas:2.1* Aplicación de estructuras de programación *2.2* Bucles, Condicionales, Selectivos *2.3* Resolución de problemas matemáticos complejos *2.4* Programación en Matemática *2.5* Programación en MATLAB *2.6* Composición de funciones y gráficas superpuestas *2.7* Programación de procesos, cálculos numéricos *2.8* Generación de gráficas complejas y guardadas por separado o junto para ser incluido en un documento LaTeX
3. *Simulik de MATLAB3.1* Entorno de Simulink *3.2* Procesos básicos *3.3* Procesos complejos

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

La materia como materia de servicio de la Carrera de Informática no tiene Auxiliar de Docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, y *métodos* en la *implementación* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje técnico* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1								2								3			

Bibliografía

[1] Rodrigo de Castro Korgi, (2001), *El Universo LaTeX*, Depto. Matemática y Estadística de Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

[2] Leslie Lamport, (1986), *LaTeX A Document Preparation System*, Digital Equipment Corporation, Addison-Wesley Publishing Company.

[3] Enrique Castillo et al, (1996), *Mathematica*, Editorial Paraninfo, Tercera Edición.

[4] S. Wolfram, (1991), *Mathematica*, 2a ed. Addison-Wesley

[5] Manuales de Mathematica: `www.wolfram.com`

[6] MAPLE: `http://www.maplesoft.com/documentation_center/maple18/UserManual.pdf`

[7] Manuales de MATLAB: `https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf`

[8] Manual de Simulink: `http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/simulink/sl_using.pdf`

5.3. Tercer Semestre

5.3.1. MAT-121: Algebra II

Identificación

Asignatura:	Algebra II
Sigla:	MAT–121
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–111
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivo

Acompañar al estudiante hacia contenidos de nivel intermedio del Álgebra, recorriendo reiteradamente la secuencia concreto- abstracto, buscando logre familiaridad con terminología y notación novedosa para él y, sobre todo, alcance solvencia en el empleo de conceptos y resolución de problemas del área. Propiciar su transito sin sobresaltos hacia contenidos progresivamente abstractos

Competencias

Comprende y emplea conceptos y resultados relativos a congruencias de enteros, aritmética modular, anillos, polinomios y numerabilidad. Plantea y resuelve problemas con diversos grados de dificultad en las áreas mencionadas en el punto anterior. Indaga de manera creativa y lógica cuestiones referidas a los contenidos de la materia.

Contenido Sintético

Congruencias en $\mathbb{Z}$. Aritmética Modular. Anillos. Polinomios. Aritmética en $F[X]$. Congruencias en $F[X]$. Aritmética de Clases de Congruencia. Numerabilidad.

Contenido Analítico

1. *Congruencias en $\mathbb{Z}$1.1* Definición de congruencias, *1.2* Propiedades básicas, *1.3* Clases de congruencia.
2. *Aritmética Modular2.1* Suma y producto de clases de congruencia, *2.2* Propiedades de las operaciones con clases, *2.3* La estructura de Zp cuando p es primo.
3. *Ecuaciones Diofánticas3.1* Ecuación diofántica lineal *3.2* Existencia de soluciones.
4. *Anillos4.1* Definición y ejemplos de anillos, *4.2* Propiedades básicas de los anillos, *4.3* Isomorfismo.
5. *Polinomios. Aritmética en $F[X]$5.1* Aritmética de Polinomios y el algoritmo de la división. *5.2* Divisibilidad en $F[x]$, *5.3* Polinomios irreducibles y factorización única, *5.4* Funciones polinomiales, raíces, reducibilidad, *5.5* Irreducibilidad en $Q[x]$, *5.6* Irreducibilidad en $R[x]$ y en $C[x]$.
6. *Congruencias en $F[X]$6.1* Definición de congruencia de polinomios, *6.2* Propiedades básicas, *6.3* Clases de congruencia
7. *Aritmética de Clases de Congruencia7.1* Suma y producto de clases de congruencia, *7.2* Propiedades de las operaciones con clases, *7.3* La estructura de $F[x]/(p(x))$ cuando $p(x)$ es irreducible.
8. *Numerabilidad8.1* Conjuntos coordinables o equipotentes, *8.2* Conjuntos finitos, conjuntos numerables, conjuntos no numerables *8.3* El conjunto de los racionales es numerable, *8.4* El conjunto de los reales es no numerable. *8.5* Paradojas del infinito, *8.6* Números transfinitos, *8.7* La hipótesis del continuo.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6		7	

Bibliografía

[1] Thomas W. Hungerford, *Abstract Algebra, an introduction*, Saunders College Publishing, USA, 1990

[2] Lindsay Childs, *A Concrete Introduction to Higher Algebra*, Springer Verlag, New York Heidelberg, Berlin, 1979

5.3.2. MAT-132: Análisis Real

Identificación

Asignatura:	Análisis Real
Sigla:	MAT–132
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–122
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objetivos

Desarrolla con rigor lógico los conceptos básicos del análisis real apoyada con la topología de $\mathbb{R}$, estableciendo los conceptos de conexidad, compacidad y completitud de $\mathbb{R}$. Explora formalmente los conceptos de supremo e ínfimo, haciendo diferencias con los conceptos de maximo y mínimo. Desarrolla la integral de Riemann para funciones acotadas y extiende la integral para algunas funciones no acotadas, así como para integrales infinitos.

Competencias

Comprende las propiedades básicas de la topología de $\mathbb{R}$ a fin de mejorar la comprensión formal de los elementos del cálculo diferencial e integral en $\mathbb{R}$. Desarrolla la integración de funciones acotadas con la aplicación de conceptos de ínfimo y supremo. Resuelve problemas teóricos y prácticos de la continuidad y de la convergencia de sucesiones y series de funciones.

Programa sintético

Cuerpo ordenado $\mathbb{R}$, Supremo e Ínfimo. Sucesiones y series numéricas. Topología de $\mathbb{R}$, conexidad, compacidad, completitud. Continuidad de funciones. Integral de Riemann de funciones acotadas. Funciones Trascendentes. Sucesiones y series de funciones.

Contenidos analíticos

1. *Cuerpo ordenado $\mathbb{R}$ y el concepto del supremo:1.1* Cuerpo ordenado de números reales *1.2* Conjuntos acotados *1.3* Concepto del supremo e ínfimo *1.4* Puntos de acumulación
2. *Sucesiones y series numéricas:2.1* Sucesiones numéricas *2.2* Convergencia y sus teoremas *2.3* Relación de continuidad y convergencia de sucesiones *2.4* Series numéricas *2.5* Criterios de convergencia
3. *Topología de $\mathbb{R}$, conexidad, compacidad, completitud:3.1* Conjuntos abiertos, cerrados en $\mathbb{R}$ *3.2* Propiedades topológicas de $\mathbb{R}$ *3.3* Conjuntos conexos, compactos y completitud
4. *Continuidad de funciones:4.1* Continuidad y conjuntos abiertos y cerrados *4.2* Continuidad y conjuntos conexos, compactos y completos *4.3* Existencia de máximos y mínimos sobre conjuntos compactos.
5. *Integral de Riemann de funciones acotadas:5.1* Sumas superiores e inferiores y la existencia de la integral definida *5.2* Teoremas de integración
6. *Funciones Trascendentes:6.1* Función exponencial y logarítmica *6.2* Funciones trigonométricas y sus inversas *6.3* Funciones trigonométricas hiperbólicas
7. *Sucesiones y series de funciones:7.1* Sucesión de funciones *7.2* Convergencia puntual y uniforme *7.3* Series de funciones y su convergencia

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %,

la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Robert G Bartle, Donald R. Sherbert *Introducción al Análisis Real*, 4ta edición, Jhon Willey and Sons, 2011.

[2] Elon Lages Lima (1989), *Análise Real*, Ed. IMPA, Rio de Janeiro.

[3] Elon Lages Lima, (1985), *Curso de análise*, Volúmen 2, Segunda Ediçao, Ed. IMPA, Brasilia.

[4] Michael Spivak, (1970), *Cálculo en variedades* Ed. Reverté S.A., Barcelona.

[5] R. Courant y E. F. Jhon, (1987), *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, Vol. II, Ed. Limusa, Nueva York.

[6] Juan de Burgos, (1995), *Cálculo infinitesimal en Varias Variables*, Mc Graw-Hill - Interamericana de España S.A.

[7] Wendell N. Fleming, *Funciones de varias variables*,Compañía Editorial Continental, S.A.

[8] Jose Luis Fernandez M. y Graciella de la Torre M., (1983), *Análisis Matemático*, Tomo III, Ed. Pueblo y Educación, La Habana.

[9] Elon Lages Lima, (1970), *Análisis en el espacio euclídeo*, Ed. Edgard Blücher Ltda., Brasilia.

5.3.3. MAT-134: Análisis Combinatorio

Identificación

Asignatura:	Análisis Combinatorio
Sigla:	MAT–134
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–111
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar y aplicar las técnicas de conteo conteo fundamentales de tipo multiplicativo y aditivo. Detectar isomorfismos que resuelven de manera expedita problemas combinatorios específicos, utilizando creativamente los conceptos de función generatriz y de recurrencia en la resolución de problemas combinatorios empleando conceptos y resultados fundamentales de grafos.

Competencias

Deduce formulas de conteo fundamentales. Aplica con criterio y propiedad las diversas técnicas de conteo. Detecta isomorfismos que resuelven de manera expedita problemas combinatorios específicos. Utiliza creativamente los conceptos de función generatriz y de recurrencia en la resolución de problemas combinatorios. Conoce y emplea conceptos y resultados fundamentales de grafos.

Programa Sintético

Técnicas de Conteo. Coeficientes binomiales y multinomiales. El Principio de Inclusión y Exclusión. Funciones Generatrices. Relaciones Recursivas. Introducción a la Teoría de Grafos.

Contenidos analíticos

1. *Técnicas de Conteo:1.1* Principio de la suma y el producto, *1.2* Permutaciones de objetos distintos sin y con repetición, *1.3* Permutaciones de objetos no necesariamente distintos, *1.4* Combinaciones, *1.5* Combinaciones con repetición: distribuciones. *1.6* El principio de las casillas.
2. *Coeficientes binomiales y multinomiales:2.1* Números combinatorios, El triángulo de Pascal y sus propiedades, *2.2* Desarrollo binomial *2.3* Sumas de números combinatorios, *2.4* El desarrollo multinomial.
3. *El Principio de Inclusión y Exclusión:3.1* Introducción, *3.2* Fórmula fundamental, *3.3* Aplicaciones, *3.4* La función phi de Euler, *3.5* Conteo de funciones, *3.6* Desórdenes.
4. *Funciones Generatrices:4.1* Introducción, *4.2* Definiciones y ejemplos, técnicas de cálculo, *4.3* Particiones de enteros, *4.4* La función generatriz exponencial.
5. *Relaciones Recursivas:5.1* La relación de recurrencia lineal de primer orden, *5.2* La relación de recurrencia lineal homogénea de segundo orden con coeficientes constantes. *5.3* La relación de recurrencia no homogénea.
6. *Introducción a la Teoría de Grafos.6.1* Definiciones y ejemplos, *6.2* Tipos de grafos, *6.3* Secuencias de aristas, *6.4* Grafos eulerianos y hamiltonianos, *6.5* Árboles, *6.6* Planaridad y dualidad.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la

Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Ralph P. Grimaldi, *Matemática Discreta y Combinatoria*, Ed. Addisson Wesley Publishing Company, Nueva York, 1994

[2] Ivan Niven, *Mathematics of Choice or how to count without counting*, Ed. The Mathematical Association of America, USA, 1965

[3] Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, Oren Patashnik, *Concrete Mathematics*, Ed. Addison Wesley Company, USA, 1990

[4] Wilson Robin J. *Introducción a la Teoría de Grafos*, Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1983.

[5] Aldous Joan M. & Wilson Robin J. *Graphs and Applications an introductory approach*, Ed. Springer, Gran Bretaña, 2004.

5.3.4. MAT-135: Ecuaciones Diferenciales I

Identificación

Asignatura:	Ecuaciones Diferenciales I
Sigla:	MAT–135
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

El estudiante contará con la exposición para su aprendizaje de los conceptos generales de existencia, unicidad de soluciones. Dependencia de continuidad y diferenciabilidad respecto de condiciones iniciales y parámetros. Conocimiento de elementos básicos de teoría cualitativa, estabilidad de sistemas dinámicos en el plano.

Competencias

Comprende y demuestra las propiedades de las ecuaciones diferenciales ordinarias en especial el Teorema de existencia y unicidad de soluciones y desarrolla los métodos de resolución para cada clase de ecuaciones. Realiza una implementación computacional a fin de encontrar o contrastar sus soluciones encontradas.

Programa sintético

Ecuaciones diferenciales de primer orden. Propiedades Generales de las Ecuaciones. Ecuaciones diferenciales de segundo orden y orden n. Ecuaciones en diferencias finitas. Transformada de Laplace y sus aplicaciones. Sistemas Ecuaciones diferenciales lineales. Estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales.

Contenidos analíticos

1. *Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden:1.1* Ecuaciones Diferenciales Lineales de Primer Orden *1.2* Ecuaciones Separables *1.3* Aplicaciones *1.4* Ejercicios
2. *Propiedades Generales de las Ecuaciones:2.1* Interpretación Geométrica de la Ecuación $y' = f(x, y)$ *2.2* Existencia y Unicidad y Dependencia Continua *2.3* Campos Vectoriales *2.4* Ecuaciones exactas *2.5* Existencia del Factor Integrante *2.6* Familia de Curvas Planas *2.7* Trayectorias ortogonales *2.8* Ejercicios
3. *Ecuaciones Diferenciales de Segundo Orden y orden n:3.1* Ecuaciones lineales de Segundo Orden *3.2* Obtención de soluciones *3.3* Método de Variación de Parámetros *3.4* Ecuaciones Lineales con Coeficientes Constantes Homogéneas *3.5* Método de Reducción de Orden de una Ecuación Diferencial *3.6* Método de Coeficientes Indeterminados *3.7* Ejercicios
4. *Ecuaciones en diferencias finitas:4.1* Ecuaciones en diferencias *4.2* Ecuaciones en diferencias de primer orden con coeficientes constates *4.3* Ecuaciones en diferencias de segundo orden con coeficientes constantes
5. *Transformada de Laplace:5.1* Definición de la Transformada de Laplace (TL) *5.2* Propiedades de la Transformada de Laplace *5.3* Convolución *5.4* Obtención de una Solución particular de una ecuación No Homogénea *5.5* Funciones Discontinuas *5.6* Función Impulso *5.7* Ejercicios
6. *Sistemas de Ecuaciones Diferenciales:6.1* Sistemas Lineales de Ecuaciones Diferenciales *6.2* Definiciones y Propiedades *6.3* Sistemas con Coeficientes Constantes *6.4* Matrices Fundamentales *6.5* Sistemas Lineales No Homogéneos. Variación de Parámetros *6.6* Exponencial de Matrices *6.7* Ejercicios
7. *Estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales:7.1* Sistemas Autónomos Planos *7.2* Ecuaciones Autónomas y no Autónomas *7.3* Sistemas autónomos planos *7.4* Estabilidad. Sistemas casi lineales. Funciones de Liapunov *7.5* Ejercicios

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Djairo Guedes de Figueiredo (1997), *Ecuaciones Diferenciales y Aplicadas*, Ed. IMPA

[2] C. Fernandez, R. Rebolledo, (1999), *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Ed. Universidad Católica de Chile

[3] Vladimir Arnold, (1992), *Ordinary Differential Equations*, Springer- Verlag.

[4] Boyce y Diprima (1979), *Ecuaciones Diferenciales y Valores en la Frontera*, Ed. Limusa

[5] Simomns, (1990), *Ecuaciones Diferenciales*, Ed.Mc Graw -Hill

[6] Dennis G. Zill, (1997), *Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones de Modelado*, Sexta Edición, International Thompson Editors, México.

5.3.5. FIS-137: Física I

Identificación

Asignatura	Física I
Sigla:	FIS–137
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–112
Carreras destinatarias:	Matemática, Física y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Proporcionar al estudiante de Matemática una visión clara, lógica de los principios básicos de los fenómenos fundamentales y de las leyes de conservación de Mecánica Clásica.

Competencias

Conoce los principios básicos de los fenómenos fundamentales y de las leyes de conservación de Mecánica Clásica.

Programa Sintético

Elementos de Mecánica Newtoniana. Movimiento Unidimensional de una partícula. Movimiento Bidimensional y Tridimensional. Dinámica de la Partícula. Conservación de la Energía. Movimiento de los Sistemas de Partículas. Movimiento del Cuerpo Rígido. Equilibrio de los Cuerpos Rígidos. Gravitación. Sistemas de Coordenadas Móviles.

Contenidos analíticos

1. *Elementos de Mecánica Newtoniana:1.1* La mecánica como ciencia exacta *1.2* Cinemática. Descripción del movimiento *1.3* Dinámica. Masa y fuerza *1.4* Leyes de movimiento de Newton *1.5* Gravitación *1.6* Unidades y dimensiones o Algunos problemas elementales de mecánica *1.7* Problemas
2. *Movimiento Unidimensional de una Partícula:2.1* Teoremas del momento lineal y de la energía *2.2* Estudio del problema general del movimiento unidimensional *2.3* Fuerza aplicada dependiente del tiempo *2.4* Fuerza conservativa dependiente de la posición. Energía potencial *2.5* Caída de cuerpos *2.6* Oscilador armónico simple o Ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes *2.7* Oscilador armónico amortiguado o Oscilador armónico forzado *2.8* Principio de superposición. Oscilador armónico forzado o Principio de superposición. Oscilador armónico con fuerza aplicada arbitraria *2.9* Problemas
3. *Movimiento Bidimensional y Tridimensional:3.1* Álgebra vectorial *3.2* Aplicaciones a un conjunto de fuerzas que actúan sobre una partícula o Derivación e integración de vectores *3.3* Cinemática en el plano *3.4* Cinemática tridimensional o Elementos de análisis vectorial *3.5* Teoremas del momento lineal y de la energía *3.6* Teoremas del momento angular, plano y vectorial *3.7* Estudio del problema general del movimiento en dos y tres dimensiones *3.8* Oscilador armónico bi y tridimensional *3.9* Proyectiles *3.10* Energía potencial o Movimiento producido por una fuerza central *3.11* Fuerza central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia *3.12* Orbitas elípticas. Problema de Kepler *3.13* Orbitas hiperbólicas. Problema de Rutherford. Sección eficaz de dispersión *3.14* Movimiento de una partícula en un campo electromagnético *3.15* Problemas
4. *Movimiento de un Sistema de Partículas:4.1* Conservación del momento lineal. Centro de masa *4.2* Conservación del momento angular o Conservación de la energía *4.3* Crítica de las leyes de conservación *4.4* Cohetes, cintas transportadoras y planetas *4.5* Problemas de choque *4.6* El problema de los dos cuerpos o Coordenadas referidas al centro de masa. Dispersión de Rutherford por una partícula cargada de masa finita *4.7* El problema de los N cuerpos *4.8* Osciladores armónicos acoplados *4.9* Problemas
5. *Sólidos Rígidos, Rotación Alrededor de un Eje, Estática:5.1* Problema dinámico del movimiento de un sólido rígido *5.2* Rotación alrededor de un eje o Péndulo simple *5.3* Péndulo compuesto *5.4* Cálculo de centros de masa y momentos de inercia o Estática del sólido rígido *5.5* Estática de estructuras *5.6* Fatiga y deformación

5.7 Equilibrio de cuerdas y cables flexibles *5.8* Equilibrio de vigas macizas *5.9* Equilibrio de fluidos o Problemas

6. *Gravitación:6.1* Centros de gravedad de cuerpos extensos *6.2* Campo y potencial gravitatorios *6.3* Ecuaciones del campo gravitatorio *6.4* Problemas
7. *Sistemas de Coordenadas Móviles:7.1* Origen de coordenadas móvil *7.2* Sistemas de coordenadas giratorios *7.3* Leyes del movimiento en la Tierra *7.4* Péndulo de Foucault *7.5* Teorema de Larmor *7.6* El problema restringido de los tres cuerpos *7.7* Problemas

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	

Bibliografía

[1] Symon Keith R. (1971), *Mechanics*, 3ra. Ed. Addison-Wesley Publishing Company

[2] Hausser Walter, (1996) *Introducción a los Principios de la Mecánica*, Union Tipográfica Editorial Hispano Americana

[3] Marion Jerry B., Thorton Stephen T., (1995), *Classical Dynamics of Particles and Systems* San Diego, Sauders College Pub.

[4] Goldstein Herbert, (1996), *Mecánica Clásica*, Ed. Aguilar

Lectura básica adicional

[5] Halliday-Resnick, (1997), *Física*, CECSA.

[6] Alonso-Finn, (1995), *Física*, Addison Wesley.

5.4. Cuarto Semestre

5.4.1. MAT-141: Algebra Lineal II

Identificación

Asignatura:	Álgebra Lineal II
Sigla:	MAT–141
Area Curricular:Algebra	
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-131
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar tópicos de complementación y profundización de temas desarrollados en Algebra Lineal clásico, como ser las formas bilineales, formas cuadráticas, teorema del rango y nulidad.

Competencias

- Comprende términos estándar en la teoría de formas bilineales, espacios vectoriales y matrices; como forma bilineal, forma cuadrática, congruencia de matrices simétricas, bases duales, producto interior, cofactor, adjunta, matrices equivalentes, polinomio característico y minimal, etc.
- Define el rango, nulidad, imagen y núcleo de una matriz.
- Comprende resultados fundamentales, como la ley de inercia de Sylvester o el teorema de Cayley Hamilton.
- Calcula las principales descomposiciones matriciales para diferentes clases de matrices.
- Calcula la matriz que corresponde a una forma cuadrática real dada.
- Encuentra una matriz diagonal congruente a una matriz simétrica dada.

Programa Sintético

Fundamentos. Descomposición Matricial. Formas Canónicas. Formas cuadráticas. Aplicaciones. Tópicos.

Contenidos analíticos

1. *Fundamentos:1.1* Espacios vectoriales. *1.2* Sumas directas. *1.3* Complementos ortogonales. *1.4* Subespacios invariantes. *1.5* Reflecciones (Householder), proyecciones y matrices normales. *1.6* Matrices Semidefinidas positivas. *1.7* Diagonalización
2. *Descomposición Matricial:2.1* Descomposición LU (Triangular). *2.2* Descomposición QR (Gram-Schmidt). *2.3* Descomposición SVD (Valor Singular). *2.4* Descomposición de Cholesky.
3. *Formas Canónicas:3.1* Autoespacios generalizados. *3.2* Transformaciones lineales nilpotentes. *3.3* Forma canónica de Jordan.
4. *Formas cuadráticas:4.1* Productos interiores. *4.2* Congruencia. *4.3* Formas bilineales.
5. *Aplicaciones:5.1* Mínimos cuadrados. *5.2* Ajuste de curvas. *5.3* Relaciones de recurrencia lineales. *5.4* Ley de inercia de Sylvester.
6. *Tópicos:6.1* Vandermonde Matrices. *6.2* Determinantes.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Strang, Gilbert. *Introduction to Linear Algebra*, 4th ed.
[2] Meyer, Carl D. *Linear Algebra and Applied Linear Algebra*, 1st ed. SIAM.
[3] Hoffman, Keneth and Kunze, Ray. *Algebra Lineal*, 2nd. ed.
[4] Golub, Gene H. and Van Loa, Charles F. *Matrix Computation*, 3rd ed.

5.4.2. MAT-142: Análisis en $\mathbb{R}^n$

Identificación

Asignatura:	Análisis en $\mathbb{R}^n$
Sigla:	MAT–142
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre, Ciclo básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Desarrolla con rigor lógico los conceptos básicos de la topología de $\mathbb{R}^n$, demostrando propiedades de conexidad, compacidad y completitud y estudia la relación con continuidad. Desarrolla la serie de Taylor y demuestra los tres teoremas fundamentales de las funciones en varias variables.

Competencias

Establece conceptos topológicos de $\mathbb{R}^n$ donde define las bolas abiertas y cerradas en términos de la norma como una medida de distancia en espacios euclidianos. Establece el concepto de continuidad y demuestra teoremas de continuidad relacionada con conjuntos conexos y compactos. Estudia y analiza los caminos en $\mathbb{R}^n$, demuestra el Teorema de Green y los teoremas fundamentales del análisis.

Programa Sintético

Topología de $\mathbb{R}^n$. Continuidad y conjuntos conexos, compactos y completos. Caminos en $\mathbb{R}^n$. Integral de línea y Teorema de Green. Teoremas fundamentales del análisis.

Contenidos analíticos

1. *Topología de $\mathbb{R}^n$:1.1* Normas y distancias en $\mathbb{R}^n$ *1.2* Bolas, esferas y continuidad de funciones *1.3* Equivalencia de normas y de distancias *1.4* Conjuntos abiertos y cerrados *1.5* Continuidad y conjuntos abiertos y cerrados
2. *Continuidad y conjuntos conexos, compactos y completos:2.1* Conjuntos conexos y continuidad *2.2* Conjuntos compactos y continuidad *2.3* Conjuntos completos y continuidad
3. *Caminos en $\mathbb{R}^n$:3.1* Caminos en $\mathbb{R}^n$ *3.2* Conexidad y caminos
4. *Integral de línea y Teorema de Green:4.1* La integral en línea y sus propiedades *4.2* Teorema de Green *4.3* Teorema de divergencia
5. *Teoremas fundamentales del análisis:5.1* Derivadas de funciones vectoriales de varias variables *5.2* Teorema de la función implícita *5.3* Teorema de la función inversa *5.4* Teorema del rango

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3				4			5		

Bibliografía

[1] Elon Lages Lima, (1985), *Curso de análise*, Volúmen 2, Segunda Ediçao, Ed. IMPA, Brasilia.

[2] Michael Spivak, (1970), *Cálculo en variedades* Ed. Reverté S.A., Barcelona.

[3] R. Courant y E. F. Jhon, (1987), *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, Vol. II, Ed. Limusa, Nueva York.

[4] Juan de Burgos, (1995), *Cálculo infinitesimal en Varias Variables*, Mc Graw-Hill - Interamericana de España S.A.

[5] Wendell N. Fleming, *Funciones de varias variables*,Compañía Editorial Continental, S.A.

[6] Elong Lages Lima, *Curso de Análisis*, Vol. II, Ed. IMPA, Brasil.

[7] J. L. Fernandez y G. de la Torre Molné, (1984), *Análisis Matemático*, Vol. IV, Ed. Pueblo y Educación , La Habana.

5.4.3. MAT-151: Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos

Identificación

Asignatura:	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
Sigla:	MAT–151
Area Curricular: Algebra	
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–121
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Enfoque de la asignatura

Luego de tomar contacto con ciertos conceptos matemáticos, el estudiante advierte ciertas formas de obtener conclusiones a partir de premisas, procesos en los cuales, con frecuencia, el sentido común se hace insuficiente. La inquietud acerca del rigor y la formalidad surge naturalmente y debe ser satisfecha. La estrategia es conocer, en un grado mínimo, los llamados fundamentos de la Matemática, que no tienen la simple presentación académica de una teoría. Es más, al ir más allá de la semántica, considerando, en sí, a los símbolos y su sintaxis; y, viendo las interpretaciones de su configuración como modelos, se realiza el salto cualitativo más dramático del conocimiento.

Objetivos

Se busca, esencialmente, que el estudiante inteligente y creativo, poseedor de un fluido sentido común, acceda a las arbitrariedades intelectuales del razonamiento lógico y lingüístico, logrando algo ciertamente indispensable: El RIGOR,y la posibilidad inmediata de justificar sus razonamientos en un plano formal. La visión de los fenómenos como procesos (no siempre procedimientos) incorpora incertidumbre, caos y azar; instalando al estudiante en el siglo XXI, es decir, poniéndolo en el umbral del pensamiento complejo.

Competencias

Conoce los elementos iniciales de los fundamentos de la Matemática. Deduce y demuestra con absoluto rigor y, si es preciso, con formalidad. A partir de la construcción de la Teoría de Conjuntos, se habilita para desarrollos teóricos, contextualiza sus afirmaciones, delimitando sus alcances y posibilidades; razona analítica y analógicamente; generaliza y abstrae con soltura y precisión.

Programa sintético

El Discurso Científico y su lógica subyacente. Complejidad, procedimientos y procesos. Teorías y Metateorías. El Sistema Formal del Cálculo de Enunciados. El Sistema Formal del Cálculo Predicativo; Teorías Igualitarias. Teoría de Zermelo Fraenkel ZF. Relaciones y Funciones. Equivalencia y Orden. Los Números Naturales. Cardinalidad (Shoderer, Gödel, Bernstein).

Contenidos analíticos

1. *El Discurso Científico y su lógica subyacente*
2. *Complejidad, procedimientos y procesos*
3. *Teorías y Metateorías*
4. *El Sistema Formal del Cálculo de Enunciados*
5. *El Sistema Formal del Cálculo Predicativo; Teorías Igualitarias*
6. *Teoría de Zermelo Fraenkel ZF*
7. *Relaciones y Funciones*
8. *Equivalencia y Orden*
9. *Los Números Naturales*
10. *Cardinalidad (Shoderer, Gödel, Bernstein)*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Con el contenido de desarrollo abstracto que tiene la materia, se espera que el alumno ya haya alcanzado una madurez académica por el cual no se necesita un auxiliar de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3		4	5			6		7		8	9			10	

Bibliografía

[1] Maria Luisa Dalla, *Lógica*, Ed. Chiara Scabia Labor S.A., Barcelona.
[2] A. G. Hamilton, *Lógica para matemáticos*, Ed. Paraninfo, Madrid.
[3] Hernández Hernández F. *Teoría de Conjuntos*, Sociedad Matemática Mexicana.
[4] Elliott Mendelson, (2009), *Introduction to mathematical Logic*, D. Van Nostrand Company.
[5] Patrick Suppes, *Teoría axiomática de conjuntos*, Ed. Norma, Cali.

5.4.4. MAT-147: Probabilidades y Estadística

Identificación

Asignatura:	Probabilidades y Estadística
Sigla:	MAT–147
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Comprender el espacio de probabilidades como un modelamiento del azar, iniciando desde un experimento aleatorio, un suceso, espacio muestral, familia de sucesos, discriminación de sucesos por probabilidades. Luego, definir una variable aleatoria asociada a un experimento aleatorio, por lo que se estudiará modelos de distribución de probabilidades para cada cierto tipo de resultados del experimento aleatorio. En la segunda parte se desarrolla los principios generales de la inferencia estadística desde una perspectiva intuitiva en la fundamentación y aclaración de conceptos a partir de ejemplos variados sobre estimación, propiedades de estimadores, pruebas de hipótesis con énfasis en la interpretación de resultados relativos a este tipo de pruebas.

Competencias

Comprende los elementos de espacios de probabilidades y establece teoremas sobre la familia de eventos realizables. Analiza y discute los diferentes modelos probabilísticos continuos o discretos. Calcula probabilidades de eventos simples y compuestos e interpreta sus resultados.

Programa Sintético

Probabilidad. Variables aleatorias. Distribuciones discretas. Distribuciones continuas. Distribuciones conjuntas.

Contenidos analíticos

1. *Probabilidad:1.1* Introducción. *1.2* Espacios muestrales. *1.3* Experimentos con y sin reposición. *1.4* Sucesos. *1.5* Conteo. *1.6* Enfoques clásico. *1.7* Enfoque frecuentista. *1.8* Enfoque axiomático. *1.9* Probabilidad condicional. *1.10* Teorema de Bayes.
2. *Variables aleatorias:2.1* Variable Aleatoria discreta y continua. *2.2* Función de distribución. *2.3* Esperanza. *2.4* Varianza. *2.5* Función generatriz de momentos. *2.6* Valores esperados. *2.7* Esperanza. *2.8* Varianza y desviación típica.
3. *Distribuciones discretas:3.1* Bernoulli. *3.2* Binomial. *3.3* Hipergeométrica. *3.4* Poisson. *3.5* Otras Distribuciones
4. *Distribuciones continuas:4.1* Uniforme. *4.2* Exponencial. *4.3* Normal. *4.4* Gamma. *4.5* Chi-Cuadrado. *4.6* T-Student. *4.7* Fisher. *4.8* Otras Distribuciones.
5. *Distribuciones conjuntas:5.1* Distribuciones bivariadas. *5.2* Distribuciones marginales. *5.3* Variables aleatorias independientes. *5.4* Distribuciones de probabilidad condicionales.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar

los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Estadística, En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3				4				5		

Bibliografía

[1] Canavos, G. (1988), *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y métodos*, McGraw Hill.
[2] Schay, G. (2007), *Introduction to probability with statistical applications*, Springer Science & Business Media.
[3] Meyer, P. *Probabilidad y aplicaciones estadísticas*, Ed. Addison Wesley. 1999. México.
[4] Mood, A. y Graybill, F. *Introducción a la teoría estadística*, Ed. Aguilar. 1978. Madrid
[5] Morris H. de Groot, (1988), *Probabilidad y Estadística*, Addison–Wesley Iberoamericana.
[6] Paul L. Meyer, *Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas.*
[7] Horld J. Larson, (1987), *Introducción a la Teoría de Probabilidades*, Ed. Limusa.
[8] Paul G. Hoel, (1971), *Introducción a la Estadística Matemática*, CECSA, México.
[9] Seymour Lipechutz, (1976), *Probabilidades*, McGraw–Hill, México.
[10] Rufino Moya C. (1991), *Probabilidades e Inferencia Estadística*, San Marcos, Perú.

Capítulo 6

Ciclo Intermedio

Quinto Semestre:

MAT-252	Análisis I
MAT-251	Algebra Abstracta I
MAT-253	Topología General
MAT-252	Análisis I

Sexto Semestre:

MAT-261	Álgebra Abstracta II
MAT-262	Análisis Complejo I

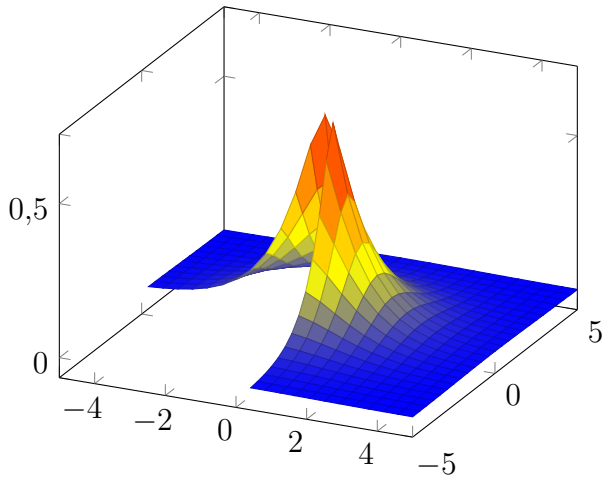

Figura 6.1: Superficie restricta

El ciclo intermedio consta del quinto y del sexto semestre, en los cuales se inicia el tratamiento de naturaleza abstracta, no sólo en el álgebra o topología, sino en análisis matemático mismo trascendiendo el espacio euclidiano $\mathbb{R}^n$. En este ciclo se cursan dos asignaturas electivas de distintas áreas de interés del estudiante en coordinación con el director académico, guardando siempre una coherencia formativa personalizada.

Entre las materias del quinto semestre, se tiene la asignatura de Análisis donde se desarrollan, con todo rigor, los conceptos analíticos en un ámbito de espacios métricos. En Topología General, se consideran categóricamente los espacios topológicos abstractos; es decir, objetos universales, diversidad de espacios salvo homeomorfismo, propiedades locales, invariantes topológicos y el anuncio de vínculos funtoriales algebraicos.

Las materias del sexto semestre se continua con el curso de Algebra Abstracta en la cual se fundamentan los ideales y los campos, dando meticulosa e ilustrada cuenta de su esencia y trascendencia. El análisis complejo; es decir, el estudio de conceptos analíticos en el campo de los números complejos, además de su interés teórico, donde se tienen resultados importantes con relación a las integrales de línea de funciones de variable compleja, acusa una creciente importancia aplicativa.

6.1. Quinto Semestre

6.1.1. MAT-251: Algebra Abstracta I

Identificación

Asignatura:	Algebra Abstracta I
Sigla:	MAT–251
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–151
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Enfoque de la asignatura

Una vez que el estudiante tiene una visión del rigor y de la formalidad, está preparado para desarrollos teóricos regulares. En ese orden, son relevantes los contenidos generales; es decir, los que hacen a la formación disciplinar básica: las estructuras algebraicas elementales que deben abordarse -con motivación- en la dinámica del razonamiento matemático; logrando soltura en el acceso a conceptos crecientemente complejos, transitando en el virtuoso círculo de lo concreto y lo abstracto. El temperamento pedagógico se encuadra en la emergente Matemática Conceptual, armonizando consideraciones universales y constructivas, en una estrategia fértil y creativa.

Objetivos

Se busca que el estudiante -que ya ha demostrado capacidad para capturar los conceptos que hacen a los fundamentos de la Matemática- comparta con el orientador el tratamiento correspondiente a las estructuras básicas de Grupo y Anillo; enfatizando, además de las construcciones habituales, la conducta universal de los objetos, para madurar el razonamiento analógico, como fértil subproducto de las consideraciones categóricas.

Competencias

El estudiante se ha introducido en el conocimiento de las estructuras naturales de Grupo y Anillo; tiene conocimiento de los más trascendentales teoremas; así como de las construcciones más significativas. Conoce de libertad, de generadores y relaciones; de la clasificación de los objetos; de la sutil variedad de los mismos; comprende, al generalizar y particularizar, la dialéctica reciprocidad inversa entre la connotación y la denotación de los conceptos; tiene una ilustración satisfactoria; percibe los vínculos con otras teorías (matemáticas y científicas), ilustra cada inflexión y cada matiz con alguna realización pertinente. Además, claro, resuelve problemas y demuestra sus afirmaciones.

Programa sintético

Anillos. Aritmética y Congruencia $F[x]$. Aritmética en Dominios de Integridad. Ideales y Cocientes. Grupos.

Contenidos analíticos

1. *Grupos:1.1* Escenarios naturales (transformaciones rígidas, números, permutaciones); *1.2* Definiciones y Ejemplos. *1.3* Morfismos y Subgrupos; *1.4* Teoremas (Lagrange, Cayley); *1.5* Grupo Cociente y Subgrupos Normales. *1.6* Factorización por un epimorfismo y corolarios (Teoremas de Isomorfismo). *1.7* Teorema de Cauchy. *1.8* Producto de Grupos (Propiedad Universal). *1.9* Teorema de Sylow (o, Clasificación de Grupos Abelianos Finitos).
2. *Anillos:2.1* Escenarios concretos (anillos de matrices, de funciones, anillo de polinomios sobre Q). *2.2* La Categoría de Anillos; *2.3* Ideales. *2.4* Dominios; Campos. *2.5* Teorema de factorización por un epimorfismo; Corolarios; Ejemplos; *2.6* Anillo de Polinomios; *2.7* Objetos Universales (Producto y Suma Directa); *2.8* DFU, DIP; D. Euclidianos.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3					4				5		

Bibliografía

[1] Hangerford, (1990), *Abstract Algebra*, Saunder College Publishing.
[2] I. N. Herstien, (1988), *Álgebra Abstracta*, Grupo Editorial Iberoamericana, Madrid.
[3] Dummit, D. S. & Foote, R. M. (1991), *Abstract Algebra*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.
[4] Birkhoff, Mac Lane, (1967), *Algebra*, The Macmillan Company, New York.

6.1.2. MAT-252: Análisis I

Identificación

Asignatura:	Análisis I
Sigla:	MAT–252
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Desarrollo del análisis en el contexto de los *espacios métricos*, como una natural generalización del cálculo en $\mathbb{R}^n$ y como una introducción a los espacios topológicos.

Competencias

Generaliza el concepto de distancia sobre conjuntos abstractos. Define el conjunto abierto en base a bolas abiertas generalizadas con la distancia. Establece espacio topológico métrico donde estudia la continuidad de funciones definidas entre espacios métricos. Analiza la continuidad sobre conjuntos conexos y compactos.

Programa Sintético

Espacios métricos. Continuidad. Topología de Espacios Métricos. Conexidad. Sucesiones y Series. Continuidad Uniforme. Completitud. Compacidad. Separabilidad.

Contenidos analíticos

1. *Espacios Métricos:1.1* Definición y ejemplos *1.2* Bolas, esferas y conjuntos acotados *1.3* Distancia de un punto a un conjunto, distancia entre conjuntos *1.4* Isometrías
2. *Continuidad:2.1* Definición y ejemplos *2.2* Propiedades elementales de las funciones continuas *2.3* Homeomorfismos *2.4* Métricas equivalentes
3. *Topología de Espacios Métricos:3.1* Conjuntos abiertos *3.2* Conjuntos abiertos y continuidad *3.3* Conjuntos cerrados y continuidad
4. *Conexidad:4.1* Definición y ejemplos *4.2* Propiedades generales de los conjuntos conexos *4.3* Conexidad por caminos *4.4* Componentes conexas
5. *Sucesiones y Series:5.1* Límites de sucesiones *5.2* Series *5.3* Convergencia y topología *5.4* Sucesiones de funciones *5.5* Productos cartesianos infinitos *5.6* Límites de funciones
6. *Continuidad Uniforme:6.1* Definiciones y ejemplos
7. *Completitud:7.1* Sucesiones de Cauchy *7.2* Espacios métricos completos *7.3* Espacios de Banach y espacios de Hilbert *7.4* Completamiento de un espacio métrico *7.5* Espacios métricos topológicamente completos *7.6* El teorema de Baire *7.7* Aproximaciones sucesivas
8. *Compacidad:8.1* Espacios métricos compactos *8.2* Una base para $\mathcal{C}(K;M)$ *8.3* Caracterización de los espacios compactos *8.4* Productos cartesianos de espacios compactos *8.5* Espacios localmente compactos *8.6* Equicontinuidad *8.7* Los teoremas de aproximación de Weierstrass y Stone
9. *Separabilidad:9.1* Propiedades generales *9.2* Espacios localmente compactos separables *9.3* Paracompacidad

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %,

la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3		4			5		6		7		8		9	

Bibliografía

[1] Elon Lages Lima, (1983), *Espacios Métricos*, Ed. IMPA, Brasilia.
[2] W. Rudin, (1964), *Principios de Análisis Matemático*, Mc Graw–Hill, New York.
[3] Chaim Samuel Hönig, (1976), *Aplicaciones de la Topología al Análisis*, Ed. IMPA, Brasilia.
[4] S. Lang, (1973), *Real Analysis*, Adison-Wesley, México.

6.1.3. MAT-253: Topología General

Identificación

Asignatura:	Topología General
Sigla:	MAT–253
Area Curricular:	Topología y Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–151
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar el Análisis Teórico y Práctico de espacios topológicos, invariantes (conexión, compacidad), axiomas de numerabilidad y separación considerado como un núcleo irreducible. Además el estudio del Teorema de Metrización de Urysohn.

Objetivos Específicos

1. Análisis introductorio de la Teoría de Conjuntos, en particular: orden, numerabilidad, axioma de Elección y Principio del Máximo.
2. El estudio de invariantes topológicos, mediante la continuidad entre estructuras topológicas.
3. Análisis del problema de Metrización de Espacios topológicos, considerando numerabilidad y jerarquización de los espacios topológicos.

Competencias

Generaliza los conceptos de conjuntos abiertos y cerrados y establece resultados análogos a los demostrados en la topología de $\mathbb{R}^n$ y establece las diferencias entre las definiciones y propiedades de la topología de $\mathbb{R}^n$ y de los espacios topológicos abstractos. Comprende la continuidad en el contexto de topología general y relaciona éste concepto con conexidad y compacidad.

Programa Sintético

Teoría de Conjuntos y Lógica. Espacios Topológicos y Funciones Continuas. Conexidad y Compacidad. Axiomas de Separación y numerabilidad.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de Conjuntos y Lógica:1.1* Conjuntos numerables y no numerables *1.2* El principio de definición recursiva *1.3* Conjuntos infinitos y el axioma de elección *1.4* Conjuntos bien ordenados *1.5* El principio del máximo
2. *Espacios Topológicos y Funciones Continuas:2.1* Espacios Topológicos *2.2* Base de una topología *2.3* La Topología del Orden *2.4* La Topología del producto sobre $X \times Y$ *2.5* La Topología de subespacio *2.6* Conjuntos cerrados y puntos límite *2.7* Funciones Continuas *2.8* La topología producto *2.9* La topología métrica *2.10* La topología métrica (continuación) *2.11* La topología cociente
3. *Conexidad y Compacidad:3.1* Espacios Conexos *3.2* Subespacios Conexos de la recta real *3.3* Componentes y conexión local *3.4* Espacios Compactos *3.5* Subespacios compactos de la recta real *3.6* Compacidad por punto límite *3.7* Compacidad local
4. *Axiomas de Separación y Numerabilidad:4.1* Los axiomas de numerabilidad *4.2* Los axiomas de separación *4.3* Espacios normales *4.4* El lema de Urysohn *4.5* El Teorema de Extensión de Tietze *4.6* Embebimientos de Variedades

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3					4				

Bibliografía

[1] James R. Munkres (2002), *Topología*, Segunda Edición, Prentice Hall, Madrid
[2] Elon lages Lima (1976), *Elementos de Topología General*, IMPA, Brasil
[3] James Dungundji (1975), *Topology*, Allyn and Bacon Inc.
[4] Diederich Hinrichsen y José L. Ferandez, *Topología General*, Ed. Urmo S.A.
[5] John L. Kelley (1975), *Topología General*, Eudeba Manuales.
[6] John G. Hocking, *Topología*, Ed. Reverté.

6.2. Sexto Semestre

6.2.1. MAT-261: Algebra Abstracta II

Identificación

Asignatura:	Algebra Abstracta II
Sigla:	MAT–261
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–251
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Se busca que el estudiante -que ya ha demostrado una eficiente capacidad para capturar conceptos en el desarrollo de las estructuras de Grupo y Anillo- comparta con el orientador el tratamiento correspondiente a la fenomenología del Orden, a la introducción a la Teoría de Módulos (como base para el Álgebra Homológica) y a las extensiones de campos (con proyección hacia la Teoría de Galois).

Competencias

Comprende y demuestra resultados sobre las estructuras ordenadas de elementos de la Teoría de Módulos y del desarrollo de las Extensiones de Campos; describe los conceptos, matiza su diversidad, percibe los vínculos con otras teorías (matemáticas y científicas), ilustra cada inflexión y cada matiz con alguna realización pertinente. Además, resuelve problemas y demuestra sus afirmaciones.

Programa Sintético

Retículos y Algebra de Boole. Módulos. Extensiones de Campos.

Contenidos analíticos

1. *Retículos y Algebra de Boole1.1* Conjuntos P.O.; Orden Lineal; Buen Orden; Retículos; Semiretículos. *1.2* Algebrización del Orden; R. Modulares y Distributivos; R. No Modulares; R. No distributivos. *1.3* R.Complementados; R. de Boole; Álgebra de Boole; Axiomatización.
2. *Módulos:2.1* La Categoría de Módulos. *2.2* Presentación por Acción de un Anillo Unitario. *2.3* Teorema de factorización por un epimorfismo; Corolarios; Ejemplos; *2.4* Objetos Universales (Producto y Suma Directa); *2.5* Sucesiones Exactas Cortas; *2.6* Escisión; Módulos Libres.
3. *Extensiones de Campos3.1* Extensiones. *3.2* Extensiones Algebraicas y Simples; *3.3* Campos de Descomposición; Extensiones Separables. *3.4* Extensiones Normales.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1								2						3					

Bibliografía

[1] Hungerford, T. W. (1990). *Abstract Algebra: An Introduction*, Saunders College Publishing, a division of Holt. Rinehart and Winston, Inc.

[2] Dummit, D. S., y Foote, R. M. *Abstract Algebra*, (2004).

[3] Herstein, I. N., & Herstein, I. N. (1990). *Abstract algebra*. Macmillan.

[4] Mac Lane – Birkhoff, *Abstract Algebra*, Collier – Macmillan

6.2.2. MAT-262: Análisis Complejo I

Identificación

Asignatura:	Análisis Complejo I
Sigla:	MAT–262
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar la diferenciabilidad y la integración de funciones de variable compleja sobre caminos y regiones en el plano complejo. Establecer los teoremas de Cauchy-Riemann y el Teorema de Cauchy-Goursat, así como el teorema del residuo.

Competencias

Comprende y demuestra las propiedades del Cálculo diferencial e integral de funciones de variable compleja. Analiza la diferenciabilidad con las ecuaciones de Cauchy Riemann. Calcula la integral a lo largo de caminos. Demuestra el teorema de Cauchy–Goursat y aplica el teorema del residuo para el cálculo de integrales sobre regiones simplemente conexas.

Programa Sintético

Plano Complejo. Diferenciación en $\mathbb{C}$. Funciones Especiales. Integración Compleja. Funciones Analíticas. Residuos y Polos.

Contenidos analíticos

1. *Plano Complejo:1.1* El Cuerpo de Números Complejos.
2. *Diferenciación en $\mathbb{C}$:2.1* Funciones de Variable Compleja. *2.2* Derivadas Complejas. *2.3* Ecuaciones de Cauchy-Riemann.
3. *Funciones Especiales:3.1* Funciones Exponenciales y Trigonométricas. *3.2* Ramas de Funciones Inversas. *3.3* $\mathbb{R}$-Diferenciabilidad y $\mathbb{C}$-Diferenciabilidad.
4. *Integración Compleja:4.1* Integración a lo Largo de Curvas. *4.2* Teoremas de Cauchy y sus Consecuencias.
5. *Funciones Analíticas:5.1* Sucesiones y Series de Funciones Analíticas. *5.2* Familias Normales. *5.3* Ceros de Funciones Analíticas.
6. *Residuos y Polos:6.1* Singularidades Aisladas. *6.2* El Teorema del Residuo y sus Consecuencias. *6.3* Funciones Armónicas.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] B. P. Palka, (1991), *An Introduction to Complex Function Theory*. Springer–Verlag.
[2] J. E. Marsden, (1973), *Basic Complex Análisis*, W. H. Freeman.
[3] L. V. Ahlfors, (1966), *Complex Analisis*, McGraw-Hill.
[4] W. Rudin, (1988), *Análisis Real y Complejo*. McGraw-Hill.

Capítulo 7

Ciclo de Orientación

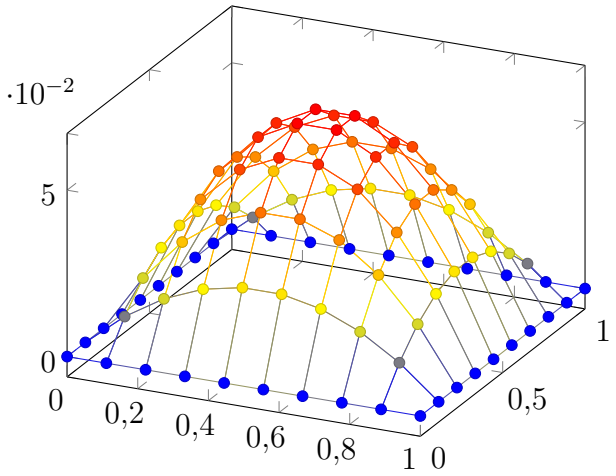

Figura 7.1: Función Cóncava

Séptimo Semestre:

MAT-382	Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos
MAT-373	Geometría Diferencial

Octavo Semestre:

MAT-399	Proyecto de Grado

El ciclo de orientación es la etapa de definición formativa del matemático en una línea de investigación; contiene materias troncales de diversas áreas de último nivel y dos asignaturas optativas que permiten al alumno personalizar su perfil, no limitándose a una circunscripción temática, sino focalizando su estudio en un contexto de teórico o aplicado donde logre significativa profundidad. Las asignaturas troncales son, entre otras la Teoría de la Medida, que versa sobre la teoría de la medida definida sobre espacios arbitrarios con medidas inclusive no acotadas; en lo cuales, se configuran los perfiles y se maduran los trabajos de grado, respectivamente. Cuando una comisión docente designada expresamente por el HCC, luego de la revisión del trabajo de grado, considera que el documento tiene suficiencia, que el graduando tiene competencia; y que

la edición del trabajo tiene la calidad requerida, se da lugar a la consideración del HCC para aprobarlo, previo cumplimiento de los requisitos burocráticos vigentes.

Hay que destacar que, las materias electivas, para fines de coherencia, están agrupadas por áreas de estudio; se cursan dos de ellas, seleccionadas normalmente bajo la orientación de algún profesor en la proyección de dar oportuna información para formular el perfil de tesis, de aportar al soporte teórico del Proyecto de Grado, y de identificar campos de estudio de especial interés del estudiante, en la perspectiva del postgrado.

Las definiciones que se van tomando, conducen al estudiante a poner más énfasis en ciertos campos de matemática pura y/o aplicada en disciplinas afines, como Estadística, Econometría, Computación, Física, Educación, etc. El estudiar alguna carrera paralela, especialmente si parece muy ajena, es una una excelente estrategia laboral, considerando que los especialistas muestran serias dificultades a la hora de modelizar los fenómenos de su competencia. La nueva tecnología da lugar a una inagotable demanda de auxilio racional pertinente.

El matemático posee un actualizado arsenal de conocimientos, métodos, técnicas y recursos que emplea para resolver problemas, encontrando eficientemente soluciones satisfactorias para fenómenos observables, experimentales o simplemente hipotéticos en todos los campos.

7.1. Séptimo Semestre

7.1.1. MAT-382: Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos
Sigla:	MAT–382
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Construye la medida en $\mathbb{R}^n$ y generaliza para espacios abstractos. Desarrolla la teoría de integración con la medida de Lebesgue y realiza algunas aplicaciones interesantes.

Competencias

Analiza y demuestra la teoría de la medida en el espacio $\mathbb{R}^n$, luego generaliza sobre conjuntos abstractos y a una medida no necesariamente finita.

Programa sintético

Medida de Lebesgue en $\mathbb{R}^n$. Conjuntos Medibles. Integración. Integral de Lebesgue en $\mathbb{R}^n$. La función Gamma. Espacios L^p. Producto de Medidas. Aplicaciones.

Contenidos analíticos

1. *Medida de Lebesgue en* $\mathbb{R}^n$*:1.1* Construcción *1.2* Propiedades de la medida de Lebesgue *1.3* Invariancia de la medida de Lebesgue *1.4* Un conjuntos no medible *1.5* Función de Lebesgue
2. *Conjuntos Medibles:2.1* Algebras y σ-álgebras *2.2* Conjuntos de Borel *2.3* Un conjunto medible que no es conjunto de Borel *2.4* Funciones medibles *2.5* Funciones simples
3. *Integración:3.1* Funciones no negativas *3.2* Generalización de funciones medibles *3.3* Casi por doquier *3.4* Integración sobre subconjuntos de $\mathbb{R}^n$ *3.5* Generalización de espacios medibles *3.6* Algunos cálculos y misceláneas
4. *Integral de Lebesgue en* $\mathbb{R}^n$*:4.1* Integral de Riemann *4.2* Cambio de variable lineal *4.3* Aproximación de Funciones en L^1 *4.4* Continuidad de traslación en L^1 *4.5* Teorema de Fubini en $\mathbb{R}^n$
5. *La Función Gamma:5.1* Definición y propiedades simples *5.2* Generalización *5.3* Bolas medibles *5.4* Propiedades adicionales de la función Gamma *5.5* Fórmula de Stirling *5.6* La función Gamma sobre $\mathbb{R}$
6. *Espacios* L^p*:6.1* Definiciones y las desigualdades básicas *6.2* Repaso de espacios métricos y espacios normados *6.3* Completitud de L^p *6.4* El espacio L^∞ *6.5* Relación entre espacios L^p *6.6* Aproximación por $C_c^\infty(\mathbb{R}^n)$ *6.7* Caso $0 < p < 1$
7. *Producto de Medidas:7.1* Producto de σ-álgebras *7.2* Clases monótonas *7.3* Construcción del espacio producto *7.4* Teorema de Fubini *7.5* Generalización de la desigualdad de Minkowski
8. *Aplicaciones:8.1* Convoluciones *8.2* Transformación de Fourrier en $\mathbb{R}^n$

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %,

la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3		4			5			6				7		8	

Bibliografía

[1] Frank Jones, (2011), *Lebesgue Integration on* $\mathbb{R}^n$, Revised Edition, Jomes and Barthett Mathematics.
[2] Bartle, *The Elements of Integration.*

7.1.2. MAT-373: Geometría Diferencial

Identificación

Asignatura:	Geometría Diferencial
Sigla:	MAT–373
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–253
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivo

Estudiar las propiedades locales de curvas y superficies definidas por funciones diferenciables, es decir propiedades que dependen apenas del comportamiento de la curva o superficie en las proximidades de un punto.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades locales de curvas y superficies definidas por funciones diferenciables. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de curvas y superficies regulares, y resuelve problemas teóricos y prácticos de la geometría intrínseca con implementación computacional mediante un razonamiento deductivo, inductivo, por analogías o heurísticas apropiadas.

Programa Sintético

Curvas. Superficies Regulares. La geometría de la Aplicación Normal de Gauss. La geometría intrínseca de las superficies.

Contenidos analíticos

1. *Curvas:1.1* Curvas Parametrizables Diferenciables. *1.2* Curvas Regulares. Longitud de Arco. *1.3* Teoría Local de la Curvas Parametrizadas por la Longitud de Arco. *1.4* Forma canónica local.
2. *Superficies Regulares:2.1* Superficies Regulares. *2.2* Imagen Inversa de un valor regular de una función diferenciable. *2.3* Cambio de parámetros. Funciones diferenciables en superficies. *2.4* Plano Tangente; Diferencial de una aplicación. *2.5* Orientación de Superficies. *2.6* Caracterización de las Superficies Compactas orientables. *2.7* Primera forma cuadrática: área. *2.8* Isometrías. Transformación Conforme.
3. *La Geometría de la aplicación Normal de Gauss:3.1* Aplicaciones autoadjuntas y Formas Cuadráticas. *3.2* Aplicación Normal en Coordenadas Locales. *3.3* Campos de Vectores.
4. *Geometría intrínseca de las superficies:4.1* El teorema de Gauss y las ecuaciones de compatibilidad. *4.2* Transporte paralelo; geodésicas. *4.3* La aplicación exponencial; Coordenadas Geodésicas Polares. *4.4* Propiedades de las Geodésicas.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3						4			

Bibliografía

[1] Manfredo P. do Carmo, (1971), *Elementos de Geometría Diferencial*, Ed. IMPA, Brasil.
[2] Manfredo P. do Carmo, (1976), *Diferential Geometry of Curvas and Surfaces*, Prentice-Hall, U.S.A.
[3] Paulo Ventura Araújo, (1998), *Geometria Diferencial*, Colección Matemática Universitaria, Rio de Janeiro.
[4] J. A. Thorpe, (1979), *Elementary topic in Differential Geometry*, Springer–Verlay, U.S.A.

7.2. Octavo Semestre

7.2.1. MAT-399: Proyecto de Grado

Identificación

Asignatura:	Proyecto de Grado
Sigla:	MAT–399
Area Curricular:	Trabajo de Grado
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana
Horas Prácticas:	10 por semana
Pre–Requisitos Formales:	Séptimo Semestre
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Realizar toda la investigación necesaria para desarrollar el tema aprobado en el Perfil del Proyecto de Grado, para el cual el estudiante cuenta con la orientación del profesor de la materia y la ayuda de un tutor de investigación quién es un profesional especialista en el área del trabajo. Una vez concluido la investigación propuesta, el estudiante expone sus resultados ante un tribunal nombrado por el Honorable Consejo de Carrera (HCC) en varias sesiones de seminarios semanales. Una vez concluida satisfactoriamente las exposiciones, el interesado hace una presentación formal de su trabajo final ante un tribunal de defensa del Proyecto.

Competencias

Realiza toda la investigación básica y necesaria para alcanzar los objetivos planteados en el Perfil del Proyecto de Grado. Analiza y conoce lo suficiente los temas desarrollados entorno del resultado principal del trabajo realizado bajo los alcances planteados en el perfil de investigación.

Contenido del Proyecto de Grado

El Proyecto de Grado debe estar enmarcado en una temática no curricular del plan de estudios, cuyo detalle y formato debe expresar una suficiencia de propuesta de investigación básica con fines y objetivos acorde las características de la Carrera de Matemática de una Universidad Estatal como la UMSA. En el documento final debe estar expresado el marco teórico, el marco metodológico y las posibles conclusiones esperadas y una discusión de bibliografías clasificadas según criterios de importancia relacionada al tema del trabajo.

Usualmente el estudiante además de ser alumno de la materia del Proyecto de Grado en la cual expone sus propuestas al profesor durante el semestre, tiene un profesor ponente, tutor o guía del Trabajo.

Para ser aprobado la materia, el proyecto de tener el visto bueno del profesor de la materia, debe ser aprobada por una comisión revisora del Honorable Consejo de Carrera de Matemática, quienes además darán el puntaje correspondiente previa corrección de todas las observaciones de la comisión.

Estructura de Evaluación

La evaluación de la asignatura es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser), demostrada en la defensa del Proyecto de Grado donde el aspirante al Grado de Licenciatura debe realizar su exposición con un adecuado lenguaje matemático y dar respuestas satisfactorias a todas las preguntas formuladas por el tribunal y el público asistente. El tribunal, en reunión reservada, asigna una nota final inapelable donde también participa el Tutor correspondiente.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos de aplicación del proceso curricular del Proyecto de Grado es guiar al alumno investigador de manera que aplique procesos de razonamiento *inductivo* y/o *deductivo* en el desarrollo de su tema de investigación

con *descubrimiento propio, dialogado, programado, heurístico y demostrativo* que permita al estudiante demostrar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico y rigor lógico en demostrar resultados teóricos en el marco de un lenguaje matemático formal. Para el desarrollo del proyecto el alumno dispone de equipos audio visuales, laboratorios de computación con internet, aplicaciones computacionales, material impreso o digital y una Biblioteca especializada que permite tanto al tutor como al estudiante analizar la teoría y realizar practicas de simulación o de implementación según sea el contexto de la investigación.

Formato del Proyecto de Grado

La Carrera de Matemática periódicamente dispone de un formato de presentación del proyecto de grado. Sin embargo, todas las disposiciones del contenido, así como del formato se encuentra en el Reglamento del Proyecto de Grado que debe ser estrictamente observado por el estudiante.

Tutoría de Proyecto de Grado

El trabajo final de licenciatura como un Trabajo de Grado es realizado por el propio estudiantes con una orientación de un docente que actúa como tutor académico. Las tareas o laboratorios realizados en este proyecto de investigación son monitoriadas por el tutor y la evaluación corresponde al un Tribunal nombrada por el Honorable Consejo de Carrera.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste exposiciones en detalle de todos los temas desarrollados ante un tribunal nombrado por el HCC en varias sesiones en la modalidad de seminarios semanales. Con un informe satisfactorio del tribunal de seminarios, la Carrera autoriza la fecha de la defensa, donde el estudiante hace una presentación formal de su trabajo realizando ante un tribunal en una sesión pública. El tribunal en reunión reservada delibera y prepara un acta de defensa del proyecto de grado donde está una breve descripción de la defensa, la calificación final cuantitativa y opcionalmente una valoración cualitativa.

Cronograma de Avance

El cronograma del trabajo está planteado específicamente por cada estudiante investigador. Sin embargo, una programación sugerida sigue las siguientes pautas

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Revisión Bibliográfica	X	X																		
Preliminares			X	X																
Marco Teórico					X	X	X	X												
Marco Metodológico									X	X	X	X	X	X						
Conclusiones															X					
Seminarios																X	X	X	X	
Defensa de Proyecto de Grado																				X

Bibliografía

Bibliografía especializada según el plan la temática de trabajo. Por el nivel del trabajo, se espera que varias de las referencias sean libros y artículos científicos recientemente publicados.

Capítulo 8

Materias Electivas *A*

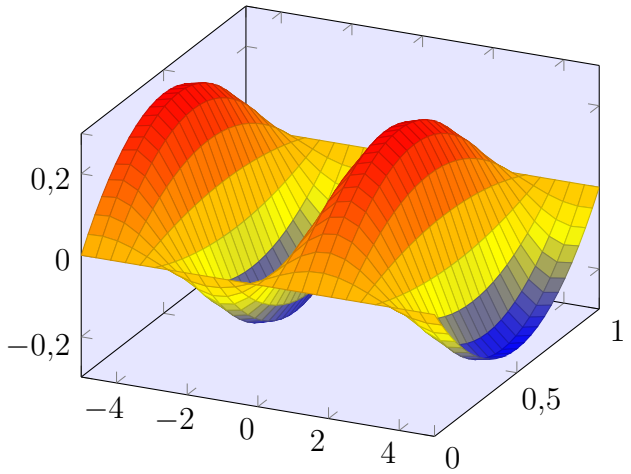

Figura 8.1: Superficie suave

El grupo de materias electivas A que se lista a continuación tiene la característica de iniciar al estudiante en sus primeras asignaturas de preferencia, las mismas que serán profundizadas con las materias electivas B en el ciclo de orientación donde el alumno alcanza ya un nivel de profesionalización en un área específica el la que seguramente hará su trabajo de grado de Licenciatura. Por lo tanto, el plan ofrece a elección una variedad de materias con niveles intermedios correspondientes a diversas áreas de las matemáticas. Materias Electivas A:

FIS-147	Física II
FIS-257	Física III
FIS-267	Mecánica Clásica
QMF-111	Físicoquímica I
QMF-121	Laboratorio Físicoquímica I
QMF-212	Físicoquímica II
QMF-222	Laboratorio Físicoquímica II
QMI-211	Química Inorgánica I
QMI-221	Laboratorio Química Inorgánica I
INF-144	Lógica para la Ciencias de la Computación
INF-154	Lenguajes Formales y Automatas
INF-164	Teoría de la Información y Codificación
BIO-223	Genética General
MAT-284	Biomatemática
MAT-263	Geometría no Euclidiana
MAT-273	Geometría Proyectiva
MAT-278	Análisis Numérico
MAT-250	Historia de la Matemática
MAT-260	El Análisis por su Historia
MAT-264	Teoría de Grafos
MAT-270	Didáctica de la Matemática
MAT-280	Teoría de la Educación Matemática
MAT-290	Lógica Matemática
MAT-267	Teoría de la Computación
MAT-258	Teoría de Optimización Lineal
MAT-254	Modelización Matemática
MAT-268	Teoría de Optimización no Lineal
MAT-278	Análisis Numérico
MAT-204	Matemática Actuarial
MAT-294	Matemática Financiera
MAT-274	Teoría de Grafos Aplicada
MAT-283	Algebra Abstracta Aplicada

8.1. Materias electivas de nivel intermedio

8.1.1. FIS-147: Física II

Identificación

Asignatura:	Física II
Sigla:	FIS–147
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre, Ciclo Básico
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	FIS–137
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar la mecánica de los medios continuos, sólido rígido, pequeñas oscilaciones, junto con el estudio del movimiento desde los puntos de vista de Lagrange y Hamilton.

Proporcionar al estudiante de Matemática una visión clara, lógica de los principios básicos de los fenómenos fundamentales y de las leyes de conservación de la Mecánica Clásica.

Competencias

Profundiza el estudio de la mecánica de los medios continuos, sólido rígido, pequeñas oscilaciones, junto al estudio del movimiento desde los puntos de vista de Lagrange y Hamilton.

Programa Sintético

Mecánica de los medios continuos. Ecuaciones de Lagrange y Hamilton. Movimiento del Sólido Rígido. Pequeñas oscilaciones. Teoría de la relatividad restringida.

Contenidos analíticos

1. *Introducción A La Mecánica de los Medios Continuos:1.1* Ecuación de movimiento de la cuerda vibrante *1.2* Propagación de una onda en una cuerda o La cuerda como caso límite de un sistema de partículas *1.3* Observaciones generales sobre la propagación de ondas *1.4* Cinemática de fluidos *1.5* Ecuaciones de movimiento de un fluido ideal o Leyes de conservación del movimiento de fluidos *1.6* Flujo estacionario *1.7* Ondas sonoras o Vibraciones normales de un fluido en una caja rectangular *1.8* Ondas sonoras en tubos *1.9* Número de Mach *1.10* Viscosidad *1.11* Problemas
2. *Ecuaciones de Lagrange:2.1* Coordenadas generalizadas *2.2* Ecuaciones de Lagrange. Ejemplos *2.3* Sistemas sujetos a ligaduras *2.4* Ejemplos de sistemas sujetos a ligaduras *2.5* Constantes del movimiento y coordenadas ignorables. Otros ejemplos *2.6* Fuerzas electromagnéticas y potenciales dependientes de la velocidad *2.7* Ecuaciones de Lagrange para la cuerda vibrante *2.8* Ecuaciones de Hamilton o Teorema de Liouville *2.9* Problemas
3. *Algebra Tensorial, Tensores de Inercia y de Esfuerzos:3.1* Momento angular de un cuerpo rígido *3.2* Álgebra tensorial *3.3* Transformaciones de coordenadas *3.4* Diagonalización de un tensor simétrico *3.5* Tensor de inercia *3.6* Tensor de esfuerzos o Problemas
4. *Movimiento De Rotación de un Sólido Rígido:4.1* Movimiento de un cuerpo rígido en el espacio *4.2* Ecuaciones de Euler del movimiento de un cuerpo rígido *4.3* Solución de Pinsot para un cuerpo que gira libremente *4.4* Ángulos de Euler o Trompo simétrico *4.5* Problemas
5. *Teoría de las Pequeñas Vibraciones:5.1* Condición de estabilidad en la proximidad de una configuración de equilibrio *5.2* Ecuaciones de movimiento linealizadas en la proximidad de una configuración de equilibrio *5.3* Modos normales de vibración *5.4* Vibraciones forzadas *5.5* Teoría de las perturbaciones *5.6* Pequeñas vibraciones alrededor de un movimiento estacionario *5.7* Oscilaciones betatrón en un acelerador o Estabilidad de los tres cuerpos de Lagrange *5.8* Problemas

6. *Postulados Básicos de la Teoría de la Relatividad Especial:6.1* Los postulados de la Teoría Especial de la Relatividad *6.2* La paradoja aparente relacionada a la velocidad de la luz *6.3* Sistemas de coordenadas. Marcos de referencia *6.4* Comportamiento de relojes y escalas *6.5* La Transformación de Lorentz *6.6* Algunas aplicaciones de la Transformación de Lorentz

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3			4					4			

Bibliografía

[1] Symon Keith R. (1971), *Mechanics*, 3ra. Ed. Addison-Wesley Publishing Company

[2] Hausser Walter, (1996) *Introducción a los Principios de la Mecánica*, Union Tipográfica Editorial Hispano Americana

[3] Marion Jerry B., Thorton Stephen T., (1995), *Classical Dynamics of Particles and Systems* San Diego, Sauders College Pub.

[4] Goldstein Herbert, (1996), *Mecánica Clásica*, Ed. Aguilar

Lectura básica adicional

[5] Halliday-Resnick, (1997), *Física*, CECSA.

[6] Alonso-Finn, (1995), *Física*, Addison Wesley.

[7] Serway, (1998), *Física*, McGraw Hill.

[8] P. Tipler, (1998), *Física*, Ed. Reverte.

8.1.2. FIS-257: Física III

Identificación

Asignatura:	Física III
Sigla:	FIS–257
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	FIS–147
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el diseño y análisis de circuitos eléctricos bajo las leyes respectivas establecidas.

Objetivos

Desarrollar la teoría y el diseño de los circuitos mediante el estudio de la electrostática, campo eléctrico, potencial eléctrico, las corrientes alterna y continua, los campos magnéticos, la inductancia y las ecuaciones de Maxwell.

Competencias

Analiza y describe las propiedades del electromagnetismo y diseña los circuitos mediante el estudio la electrostática, campo eléctrico, potencial eléctrico, las corrientes alterna y continua, los campos magnéticos y las ecuaciones de Maxwell.

Programa Sintético

Electrostática. El Campo Eléctrico. Ley de Gauss. Potencial Eléctrico. Condensadores y Dieléctricos. Corriente y Resistencia. Circuitos de Corriente Continua. Campo Magnético. Fuentes de Campo Magnético. Inducción Electromagnética. Inductancia y Materiales Magnéticos. Circuitos de corriente alterna. Ecuaciones de Maxwell, Ondas Electromagnéticas.

Contenidos analíticos

1. *Electrostática:1.1* Carga eléctrica *1.2* Conservación de la carga *1.3* Cuantización de la carga *1.4* Ley de Columb *1.5* Energía de un sistema de cargas *1.6* Energía eléctrica en una red cristalina
2. *El Campo Eléctrico:2.1* Campo eléctrico *2.2* Distribución de cargas *2.3* Líneas de fuerza *2.4* Campo eléctrico y conductores *2.5* Distribución continua de carga *2.6* Dipolos *2.7* Dipolos en un campo no uniforme
3. *Ley de Gauss:3.1* Flujo eléctrico *3.2* Campo de una distribución esférica de carga *3.3* Campo de una carga lineal *3.4* Campo de una distribución de carga plana e indefinida *3.5* Conductores
4. *Potencial Eléctrico:4.1* Diferencia de potencial y función potencial *4.2* Deducción del campo a partir del potencial *4.3* Potencial de una distribución de cargas *4.4* Potencial de dos cargas puntiformes *4.5* Potencial de un hilo largo cargado *4.6* Disco cargado uniformemente *4.7* Fuerza sobre una carga superficial *4.8* Energía asociada a un campo eléctrico *4.9* Teorema de Gauss y forma diferencial de la Ley de Gauss *4.10* Ecuación de Laplace
5. *Condensadores y Dieléctricos:5.1* Condensadores *5.2* Clases de condensadores *5.3* Agrupamiento de condensadores *5.4* Energía electrostática almacenada en una región con larga distribuida *5.5* Fuerzas electrostáticas que se ejercen sobre los conductores *5.6* Dieléctricos, vector de polarización ($\mathbf{P}$), Ley de Gauss en los Dieléctricos.
6. *Corriente y Resistencia:6.1* Corriente *6.2* Densidad de corriente *6.3* Resistencia *6.4* Ley de Ohm *6.5* Potencia *6.6* Teoría microscópica de la conducción

7. *Circuitos de Corriente Continua:7.1* Fuerza electromotriz *7.2* Regla de Kirchhoff *7.3* Conexiones en series y en paralelo *7.4* Circuitos RC *7.5* Ley de Joule
8. *Campo Magnético:8.1* Campo magnético *8.2* Fuerza sobre un conductor que lleva corriente *8.3* Par en un lazo de corriente *8.4* El galvanómetro *8.5* Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos *8.6* Campos eléctricos y magnéticos combinados *8.7* Ciclotrón *8.8* Efecto Hall
9. *Fuentes de Campo Magnético:9.1* Campo debido a un alambre recto y largo *9.2* Fuerza magnética entre alambres paralelos *9.3* Ley de Biot–Savart para un elemento de corriente *9.4* Ley de Ampére
10. *Inducción Electromagnética:10.1* Inducción electromagnética *10.2* Flujo magnético *10.3* Leyes de Faraday y de Lenz *10.4* Generadores *10.5* Orígenes de la fem inducida *10.6* Campos eléctricos inducidos *10.7* Fem de movimiento
11. *Inductancia y Materiales Magnéticos:11.1* Inductancia *11.2* Circuitos LR *11.3* Energía almacenada en un inductor *11.4* Oscilaciones LC *11.5* Oscilaciones LC amortiguadas *11.6* Propiedades magnéticas de la materia
12. *Circuitos de corriente alterna:12.1* Un resistor en un circuito CA, valores raíz media cuadrática *12.2* Un inductor en un circuito CA *12.3* Un capacitor en un circuito CA *12.4* Circuito RLC en serie *12.5* Resonancia RLC en serie *12.6* Potencia en circuito CA
13. *Ecuaciones de Maxwell, Ondas Electromagnéticas:13.1* Corrientes de desplazamiento *13.2* Ecuaciones de Maxwell *13.3* Ondas electromagnéticas *13.4* Transporte de energía y vector de Poynting *13.5* Momentum y presión de la radiación *13.6* El espectro electromagnético

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1	2	3		4		5		6	7		8		9		10	11	12	13	14

Bibliografía

[1] Eisgerg Lerner, *Física*, Volumen II, McGraw–Hill.
[2] Feynman, Lengton y Sands, *Física*, Volumen II, Addison–Wesley.
[3] Purcell Edward, *Electricidad y Magnetismo*, Volumen 2, Ed. Reverté.
[4] Resnick Halliday, *Física*, Parte 1, Continental S.A. de C.V.

8.1.3. FIS-267: Mecánica Clásica

Identificación

Asignatura:	Mecánica Clásica
Sigla:	FIS–267
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	FIS–147
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el diseño y análisis de circuitos eléctricos bajo las leyes respectivas establecidas.

Objetivos

Desarrollar la dinámica de las particulas y los formalismos de Lagrange y de Hamilton.
Estudiar la ecuación de Hamilton Jacobi y los tòpicos especiales.

Competencias

1. Analiza la dinámica de una partícula y la dinámica general
2. Aplica el Teorema de conservacióna distintos fenomenos físicos.
3. Desattolla el formalismo de Lagrange y de Hamilton.
4. Estudia las ecuacines de hamilton-Jacobi

Programa Sintético

1. *Dinámica de una partícula*
2. *Dinámica general*
3. *Teoremas de Conservación*
4. *Grados de Libertad, Trabajos Virtuales*
5. *El cálculo variacional y las ecuaciones de la dinámica*
6. *Formalismos de Lagrange y de Hamilton*
7. *El cuerpo rígido*
8. *La ecuación de Hamilton-Jacobi*
9. *Tópicos especiales*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1	2	3		4		5		6	7		8		9		10	11	12	13	14

Bibliografía

[1] Symon K. R., Mecánica, Ed. Aguilar Madrid, 1977.

8.1.4. QMF-111: Fisicoquímica I

Identificación

Asignatura	Fisicoquímica I
Sigla:	QMF–111
Area Curricular:	Fisicoquímica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–112
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar el estudio de los gases ideales y reales, la ecuación de Van der Waals y otras ecuaciones de estado.

Competencias

1. Conoce la diferencia entre un gas ideal y uno real.
2. Conoce los conceptos de fuerzas de atracción, fuerzas de Van der Waals, Covolumen y las condiciones críticas.
3. Realiza cálculos, gráficos e interpreta la Ecuación de Van der Waals y otras ecuaciones de estado.
4. Interpreta y realiza cálculos con los diagramas Z vs Pr
5. Hace cálculos de las condiciones de un gas real por una Ecuación de estado, los diagramas Z vs Pr ó los estados correspondientes.
6. Conoce los conceptos y las formulaciones matemáticas de las Leyes de la Termodinámica.
7. Aplica la 1era Ley de la Termodinámica a diferentes procesos de la naturaleza.
8. Realiza cálculos de trabajo, calor y cambios de energía interna de diferentes procesos.
9. Establece las relaciones matemáticas entre las propiedades de un sistema.
10. Aplica las Leyes de la Termodinámica a las reacciones químicas.
11. Puede calcular e interpretar los cambios de E, H, S, G de una reacción química en un amplio rango de temperaturas.
12. Conoce el concepto de estado de equilibrio termodinámico de un sistema.
13. Conoce la relación de la constante de equilibrio de una reacción y la energía libre de Gibbs
14. Es capaz de calcular constantes de equilibrio Kp, Kc, Kx en diferentes condiciones de P y T.
15. Calcula las presiones, concentraciones de las especies en el estado de equilibrio.
16. Establece el principio de Le' Chatelier.

Contenido mínimo

1. *Gases Reales*
2. *Termodinámica y Termoquímica*
3. *Equilibrio Químico*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2						3							

Bibliografía

[1] Atkins P. W., Fisicoquímica, Ed. Addison-Wesley Iberoamericána, 5ta Edición.
[2] Castellan, Fisicoquímica, Ed. , Ed. Addison-Wesley Iberoamericána 2da Edición.
[3] Klotz, Termodinámica Química.
[4] Levine I. N., Fisicoquímica, Ed. Mc Graw-Hill 4ta Edición.

8.1.5. QMF-121: Laboratorio de Fisicoquímica I

Identificación

Asignatura	Laboratorio de Fisicoquímica I
Sigla:	QMF–121
Area Curricular:	Fisicoquímica
Tipo de Materia	Laboratorio
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	1 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	3 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–112
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar los experimentos en Laboratorio especializado para verificar las leyes químicas esteblecidas en teoría.

Competencias

1. Conoce la diferencia entre las propiedades de los sólidos, líquidos y gases
2. Es capaz de hacer mediciones de Cp para gases, coeficiente de viscosidad de líquidos, coeficiente de expansión térmica de sólidos.
3. Aplica la ley Cero de la Termodinámica a las mediciones calorimétricas.
4. Aplica la Primera Ley de la Termodinámica a las mediciones calorimétricas.
5. Conoce la diferencia de medición y cálculo de Qp y Qv.
6. Conoce el manejo de los diferentes tipos de calorímetros.
7. Conoce el manejo del termómetro diferencial de Beckman.
8. Realiza cálculos y gráficos de calor involucrados en los diferentes procesos químicos (disolución, neutralización, combustión, etc.)
9. Puede calcular e interpretar los cambios de ?E, ?H, W de una reacción química en un amplio rango de temperaturas.
10. Es capaz de determinar experimentalmente el poder calorífico de muestras.
11. Es capaz de determinar el contenido calórico de alimentos.

Contenido mínimo

1. *Propiedades de sólidos, líquidos y gases*
2. *Termoquímica: determinación del calor de disolución, de neutralización, de combustión, poder calorífico, contenido calórica*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son los experimentos de laboratorio del docente que utiliza recursos educativos demostrativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante informes de laboratorio (75 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1										2									

Bibliografía

[1] Guzmán L., Yapu W., Guia de Laboratorio de Fisicoquímica I, Ciencias Químicas, FCPN - UMSA 2005.
[2] Daniels, Experimentos de Fisicoquímica.
[3] Castellan, Fisicoquímica, Ed. , Ed. Addison?Wesley Iberoamericána 2da Edición
[4] Klotz, Termodinámica Química.
[5] Levine I. N., Fisicoquímica, Ed. Mc Graw-Hill, 4ta Edición

8.1.6. QMF-212: Fisicoquímica II

Identificación

Asignatura	Fisicoquímica II
Sigla:	QMF–212
Area Curricular:	Fisicoquímica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar y aplicar la ecuación de distribución de Maxwell a las reacciones químicas.

Competencias

1. Interpreta y conoce la ecuación de distribución de Maxwell.
2. Calcula los valores promedios de las velocidades de las moléculas gaseosas.
3. Conoce la ecuación de distribución de energías de Maxwell.
4. Determina la frecuencia de colisión y el recorrido libre medio.
5. Aplica la ecuación de distribución de energías de Maxwell a las reacciones químicas.
6. Conoce y aplica la ecuación del equilibrio de fases de Gibbs.
7. Aplica apropiadamente la regla de las fases de Gibbs y utiliza la regla de la palanca.
8. Define las propiedades termodinámicas de una solución ideal y de una solución ideal diluída.
9. Aplica la ley de Raoult y la Ley de Henry. Utiliza el concepto de las propiedades coligativas en las soluciones reales.
10. Interpreta los diagramas de fases de soluciones líquidas y sólidas.
11. Maneja las ecuaciones de velocidad de las reacciones químicas.
12. Aplica la ecuación de Arrhenius para determinar la influencia de la temperatura en la velocidad de las reacciones químicas.
13. Determina órdenes de reacción y constantes de velocidad de reacción.
14. A partir de la ecuación de velocidad propone un mecanismo de reacción.

Contenido mínimo

1. *Equilibri de fases*
2. *Cinética Química*
3. *Catálisis y Fisicoquímica de Superficies*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2						3							

Bibliografía

[1] Atkins P. W., Fisicoquímica, Ed. Addison-Wesley Iberoamericána, 5ta Edición.
[2] Castellan, Fisicoquímica, Ed. , Ed. Addison-Wesley Iberoamericána 2da Edición.
[3] Klotz, Termodinámica Química.
[4] Levine I. N., Fisicoquímica, Ed. Mc Graw-Hill 4ta Edición.

8.1.7. QMF-222: Laboratorio de Fisicoquímica II

Identificación

Asignatura	Laboratorio de Fisicoquímica II
Sigla:	QMF–222
Area Curricular:	Fisicoquímica
Tipo de Materia	Laboratorio
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	1 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	3 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar los experimentos en Laboratorio especializado para verificar las leyes químicas esteblecidas en teoría.

Competencias

1. Realiza cálculo computacional de los valores promedios de las velocidades de las moléculas gaseosas.
2. Determina la frecuencia de colisión y el recorrido libre medio de gases.
3. Aplica la ecuación de distribución de energías de Maxwell a las reacciones químicas.
4. Aplica la ecuación del equilibrio de fases de Gibbs.
5. Aplica apropiadamente la regla de las fases de Gibbs y utiliza la regla de la palanca en los experimentos.
6. Determina las propiedades termodinámicas de una solución ideal y de una solución ideal diluída.
7. Aplica la ley de Raoult y la Ley de Henry.
8. Estudia las propiedades coligativas en las soluciones reales.
9. Interpreta los diagramas de fases de soluciones líquidas y sólidas.
10. Determina las ecuaciones de velocidad de las reacciones químicas.
11. Aplica la ecuación de Arrhenius para determinar la influencia de la temperatura en la velocidad de las reacciones químicas.
12. Determina órdenes de reacción y constantes de velocidad de reacción.
13. A partir de la ecuación de velocidad propone un mecanismo de reacción.

Contenido mínimo

1. *Equilibrio de fases-Determinación de los diagramas de fases de sistemas de 2 y 3 componentes*
2. *Cinética Química-determinación de velocidades de reacción, constates de velocidad y mecanismos*
3. *Propiedades y soluciones*
4. *Cálculos computacionales*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son los experimentos de laboratorio del docente que utiliza recursos educativos demostrativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante informes de laboratorio (75 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2						3				4			

Bibliografía

[1] Guzmán L., Yapu W., Guia de Laboratorio de Fisicoquímica I, Ciencias Químicas, FCPN - UMSA 2005.
[2] Daniels, Experimentos de Fisicoquímica.
[3] Castellan, Fisicoquímica, Ed. , Ed. Addison?Wesley Iberoamericána 2da Edición

8.1.8. QMI-211: Química Inorgánica I

Identificación

Asignatura	Química Inorgánica I
Sigla:	QMI–211
Area Curricular:	Química Inorgánica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar los diferentes modelos nucleares en función de las diferentes partículas subatómicas a través de su evolución espacio temporal.

Competencias

1. Describe los diferentes modelos nucleares en función de las diferentes partículas subatómicas.
2. Realiza cálculos de defecto de masa y energía nuclear.
3. Describe los diferentes tipos de decaimiento radioactivo.
4. Describe los diferentes modelos atómicos a través de su evolución espacio temporal.
5. Establece relaciones entre la estructura de la materia y las propiedades físicas y químicas, a partir de desarrollar características tridimensionales y de enlace en los mismos
6. Interpreta la estructura de los materiales sólidos a partir de sus características estructurales y enlace.
7. Descubre los cambios en las propiedades físicas y químicas características de la materia inorgánica existente en la naturaleza utilizando sus conocimientos básicos en química inorgánica.
8. Desarrolla cálculos químicos para interpretar la naturaleza en relación a compuestos inorgánicos.

Contenido mínimo

1. *Estructura nuclear*
2. *Estructura atómica*
3. *Estructura Molecular*
4. *Química del estado sólido*
5. *Elementos de los grupos principales y sus combinaciones*
6. *Elementos de los grupos de transición y sus propiedades*
7. *Elementos actínidos y lantánidos y sus propiedades*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3			4			5				6			7		

Bibliografía

[1] Gutierres Rios, Química Inorgánica, 2000.
[2] Coton F. A., Teoría de Grupos aplicada a la Química, 1994.
[3] Cotton, and Wilkinson, Química Inorgánica Básica, 1983.
[4] Miessler, Inorganic Chemistry, 1999.
[5] Sharper, A., Quimica Inorganica, 1993.
[6] `http://www.chemistry.mcmaster.ca/~aph/chem1a3/lectures/lec04/lec04.ppt`
[7] `http://www.ce.berkeley.edu/~paulmont/CE60/atomic%20bonds/atomic%20bonds.ppt`
[8] `http://www.carleton.ca/~rburk/chem1000/power_point_files/lect4.ppt`
[9] `http://www.usd.edu/~gsereda/structure.ppt`
[10] `http://www.chm.ulaval.ca/~ttdang/chm10098/Molecules1.ppt`

8.1.9. QMI-221: Laboratorio de Química Inorgánica I

Identificación

Asignatura	Laboratorio de Química Inorgánica I
Sigla:	QMI–221
Area Curricular:	Química Inorgánica
Tipo de Materia	Laboratorio
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	1 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	3 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar los experimentos en Laboratorio especializado para verificar las leyes químicas esteblecidas en teoría.

Competencias

1. Utiliza y comprende la aplicación de equipos y técnicas orientados a la caracterización de materiales y compuestos inorgánicos
2. Desarrolla síntesis de materiales a partir de un diseño experimental orientado a materiales inorgánicos.
3. Describe y analiza experimentalmente las reacciones químicas inorgánicas a partir de conceptos básicos de inorgánica.

Contenido mínimo

Parte I: Principios Básicos de la Química Inorgánica

1. *Espectroscopia de absorción y emisión atómica*
2. *Caracterización de compuestos inorgánicos por I.R.*
3. *Caracterización de compuestos inorgánicos por UV. ?Visible*
4. *Caracterización por DRX, FRX*
5. *Caracterización por ATG, ATD*

Parte II: Elementos de los grupos principales y sus combinacioes sencillas

6. *Preparación de algunos elementos metálicos*
7. *Síntesis de compuestos sencillos de estos elementos (Haluros, óxidos y sales)*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son los experimentos de laboratorio del docente que utiliza recursos educativos demostrativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante informes de laboratorio (75 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="3">1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="2">3</td><td colspan="3">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="3">6</td><td colspan="3">7</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Zapata, Manual para laboratorio de Química Inorgánica, 1993.

[2] Marc Laffiti, “Curso de Química Inorgánica”, ed. Alambra, 1977.

[3] `http://www.usd.edu/~gsereda/structure.ppt`

[4] `http://www.ias.ac.in/initiat/sci_ed/resources/chemistry/Inorganic.html`

[5] `http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch12/valence.html`

8.1.10. INF-144: Lógica para la Ciencia de la Computación

Identificación

Asignatura:	Lógica para la Ciencia de la Computación
Sigla:	INF–144
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	3 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–111
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Fundamentar elementos de lógica como basé de teorías y aplicaciones informáticas.

Competencias

Comprende la lógica matemática que sirve de base fundamental para el análisis de las teorías de aplicaciones informáticas.

Contenido Mínimo

Introducción a la Logica. Calculo de Predicados de Primer Orden. Logicas de Mayor Orden. Otras Logicas. Calculo Lambda.

Programa Sintético

1. *Introducción a la Logica1.1* Conceptos básicos, lenguaje, lógica, lógica simbólica, variables etc. *1.2* Teoremas *1.3* Pruebas mediante inducción sobre la estructura de términos o formulas *1.4* Propiedades de la lógica: teoremas de satisfabilidad por Lownheim, Skolem, Tarsk, Teoremas finitos, aplicación al modelo de clase y equivalencia de estructuras y formas normales.
2. *Calculo de Predicados de Primer Orden2.1* Estructuras, interpretaciones, modelos *2.2* Nociones de semántica de inferencia *2.3* Sustitución y resolución
3. *Logicas de Mayor Orden3.1* Lógica de segundo orden; lógicas infinitesimales *3.2* Sistemas de lógicas y caracterización de lógicas de primer orden (Teoremas de Lindstrom).
4. *Otras Logicas4.1* Límites de los métodos de la lógica formal *4.2* Lógica modal *4.3* Lógica multivaluada *4.4* Lógica temporal *4.5* Lógica borrosa
5. *Calculo Lambda5.1* Lambda básico *5.2* Lambda tipado

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3				4				5			

Bibliografía

[1] Barendregt H.P., The lambda calculus, sintaxis and semantics.
[2] Hindley Roger, Introduction to combinators and lambda-calculus.
[3] Dijkstra Edsger, A discipline of programming.
[4] Scholten C., Predicate calculus and program semantics.
[5] Grassmann, Matemática Discreta.
[6] Leopoldo Bertossi D., Lógica para Ciencia de la Computación.

8.1.11. INF-154: Lenguajes Formales y Autómatas

Identificación

Asignatura:	Lenguajes Formales y Autómatas
Sigla:	INF–154
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	3 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–121
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Conceptuar los lenguajes formales a través de sus gramáticas generadoras y autómatas aceptadores asociados

Competencias

Comprende los lenguajes y gramáticas formales, lenguajes regulares, libres de contexto y sensibles al contexto.

Contenido Mínimo

Introduccion a los Lenguajes y Gramaticas Formales. Lenguajes Regulares. Lenguajes Libres de Contexto. Lenguajes Sensibles al Contexto.

Programa Sintético

1. *Introduccion a los Lenguajes y Gramaticas Formales1.1* Símbolo, alfabeto, cadena, operaciones sobre cadenas *1.2* Gramáticas y lenguajes, operaciones sobre lenguajes *1.3* Gramáticas formales *1.4* Clasificación de gramáticas y lenguajes *1.5* Gramáticas no contempladas en la jerarquía de chomsky *1.6* Procesos semi-thue y gramática
2. *Lenguajes Regulares2.1* Gramáticas regulares *2.1.1* Gramáticas regulares lineales derechas *2.1.2* Gramáticas regulares lineales izquierda *2.2* Autómatas finitos *2.2.1* Autómatas finitos deterministicos *2.2.2* Autómatas finitos no deterministicos *2.2.3* Operaciones con autómatas finitos *2.2.4* Otros autómatas finitos *2.3* Lenguajes no regulares
3. *Lenguajes Libres de Contexto3.1* Gramáticas libres de contexto *3.2* Autómatas de pila *3.3* Análisis LR y LL *3.4* lenguajes no libres de contexto
4. *Lenguajes Sensibles al Contexto4.1* Gramáticas sensibles al contexto *4.2* Autómatas ligados linealmente *4.2.1* Operaciones con autómatas ligados linealmente *4.3* Lenguajes no sensibles al contexto

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3						4				

Bibliografía

[1] Martin Jhon, Introducción a los lenguajes y a la teoría de la computación.
[2] Informática teórica I y II, Carrera de Informática
[3] Davis M.,Weyuker E, Computability complexity and languages.
[4] Fernández Gregorio, Fundamentos de Informática
[5] Gross Maurice, Andre Lentin, Nociones sobre las gramáticas
[6] Davis Martin, Lenguagens Formais e Automatos

8.1.12. INF-164: Teoría de la Información y Codificación

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Información y Codificación
Sigla:	INF–164
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	3 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar las características relevantes de un código, que afectan en su elección como un código ideal y fácilmente tratable.

Presentar casos en los que los códigos muestran redundancia y ambigu?edad a fin de reducir los errores en su tratamiento. Mostrar las propiedades de los canales especiales y su interacción con otros canales.

Competencias

Comprende las nociones de entropía, información mutua y canales de información como elementos centrales en la construcción de códigos libres de ambigu?edad que facilitan su tratamiento en los procesos de codificación y decodificación.

Contenido Mínimo

Introducción. Estimación cuantitativa de la información. Propiedades de los códigos. Codificación de fuentes de información. Canales e información mutua

Programa Sintético

1. *Introducción. 1.1* Acerca del concepto de información *1.2* Niveles de los problemas de transmisión *1.3* Teoría de la información
2. *Estimación cuantitativa de la información2.1* Entropía con medida de la incertidumbre *2.2* Propiedades de la entropía *2.3* entropía condicional y sus propiedades *2.4* Entropía de un fuente continua (entropía diferencial) *2.5* Cantidad de información como medida de la incertidumbre eliminad
3. *Propiedades de los códigos. 3.1* Introducción *3.2* Códigos unívocamente decodificables *3.3* Códigos instantáneos *3.4* Síntesis de un código instantáneo *3.5* Inecuación de Krall *3.6* Ejemplos
4. *Codificación de fuentes de información. 4.1* Longitud media de un código *4.2* Método de codificación de fuentes especiales *4.3* Primer teorema de Shannon *4.4* Construcción de códigos compactos binarios. Códigos de Huffman *4.5* Códigos compactos erarios (base r) *4.6* Rendimiento y redundancia de un código
5. *Canales e información mutua. 5.1* Introducción *5.2* Canales de información *5.3* Relación entre las probabilidades de un canal *5.4* Entropía a priori y a posteriori *5.5* Generalización del primer teorema de Shannon *5.6* Propiedades de la información mutua *5.7* Capacidad de un canal

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3				4				5			

Bibliografía

[1] Abramson, Teoría de la información y codificación.
[2] Lucio Torrico, Teoría de la Información y codificación, UMSA ?FCPN

8.1.13. BIO-223: Genética General

Identificación

Asignatura:	Genética General
Sigla:	BIO–223
Area Curricular:	Biomatemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	3 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Familiarizar al estudiante con el estudio de la descodificación molecular y su herencia a nivel de células individuos familias, líneas genealógicas y de forma introductoria en poblaciones

Competencias

Examina los patrones de generación, transmisión, expresión y mantenimiento de la información genética, analizando e interpretando los mecanismos de la diversidad genética en diferentes niveles a lo largo de la relación genotipo-fenotipo, relacionando conceptos evolutivos a nivel de organismos, genomas, genes y moléculas, modelando los patrones de transmisión de la variabilidad genética.

Programa Sintético

1. *1.1* Características y propiedades genéticas de los seres vivos. *1.2* Flujo General de la información genética.
2. *2.1* Características de los genomas de eucariotas y procariotas. *2.2* Evolución del genoma: procesos y mecanismos involucrados. *2.3* Epigenética
3. *3.1* Genómica y proteómica.
4. *4.1* Mutación y reparación del DNA.
5. *5.1* Replicación de DNA. *5.2* Ciclo celular.
6. *6.1* Expresión y Regulación de la información genética en virus, procariotes y eucariotes.
7. *7.1* Relación Genotipo ?Fenotipo.
8. *8.1* Genética Mendeliana. *8.2* Patrones de herencia Mendeliana. *8.3* Principios de segregación y distribución independiente. *8.4* Patrones de herencia no mendeliana.
9. *9.1* Extensión del análisis mendeliano: Ligamiento y Mapeo genético. *9.2* Análisis de asociación.

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Biología, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td colspan="3">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="2">6</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">8</td><td colspan="2">9</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Klug, W.S. 2011. Concepts of genetics. 11th ed. Reviews

[2] Krebs, J.E., E.S. Goldstein, S.T. Kilpatrick. 2014. Lewin?s Genes IX .

[3] Roberts, K. & J. Watson. 2002. Molecular Biology of the Cell. 4th ed. Garland.

[4] Russell P.J. 1994 . Fundamentals of Genetics. Harper Collins College Publishers.

8.1.14. MAT-284: Biomatemática

Identificación

Asignatura:	Biomatemática
Sigla:	MAT–284
Area Curricular:	Modelos Matemátios
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Desarrollar modelos matemáticos para estudiar la dinámica de poblaciones en tiempo discreto y continuo considerando poblaciones homogéneas y no homogéneas. Estudiar interacciones entre poblaciones y analizar estabilidades asintóticos.

Competencias

Discierne las propiedades modelos dinámicos de poblaciones en tiempo discreto y continuo. Aplica los resultados para generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos de la Biomatemática con implementación computacional de los modelos desarrollados.

Programa Sintético

Econometría. Modelos de elección discreta I. Modelos de elección discreta II. Modelos de elección discreta III. Modelos de elección discreta IV.

Contenidos analíticos

1. *Modelos de dinámica de poblaciones homogéneas:1.1* Ecología de presa-depredador.
2. *Exploración y optimización de recursos.*
3. *Modelos clásicos de Epidemiología.*
4. *Modelos matemáticos:4.1* Ecuaciones en diferencias. *4.2* Ecuaciones diferenciales ordinarias. *4.3* Ecuaciones con retardo.
5. *Estabilidad:5.1* Análisis de estabilidad. *5.2* Bifurcación. *5.3* Soluciones periódicas

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones

computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="4">1</td><td colspan="5">2</td><td colspan="5">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="3">5</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] J.D.Murray, *Mathematical Biology*, Vol.1, Springer-Verlag, 2002.
[2] M. Kot, *Elements of Mathematical Ecology*, Cambridge U. Press, 2001.

8.1.15. MAT-263: Geometría No Euclidiana

Identificación

Asignatura:	Geometría No Euclidiana
Sigla:	MAT–263
Area Curricular:	Geometría y Topoplogía
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–123
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Dejando de lado el desarrollo histórico, así como la difícil tarea de distinguir a quién pertenece cada una de las ideas que forman la geometría no euclidiana, tenemos los siguientes objetivos:

1. Resumir la solución de Lobachevski al problema del Quinto Postulado en el sentido de que tal postulado no puede ser probado.
2. Identificar que añadiendo a las proposiciones básicas de la geometría el axioma opuesto se puede desarrollar una geometría extensa y lógicamente perfecta.
3. Establecer que la verdad de los resultados de cualquier geometría lógicamente concebible y en lo que atañe a sus aplicaciones el espacio real, sólo se puede verificar empíricamente.
4. Valorar que una geometría lógica concebible debe ser desarrollada no sólo como un esquema lógico arbitrario, sino como una teoría que abra nuevos caminos y métodos para las teorías físicas.

Competencias

Discierne el quinto postulado en diferentes teorías de la Geometría. Establece propiedades generales y especificas de cada y teoría e identifica las diferencias con la geometría euclidiana.

Programa Sintético

Introducción. Axiomas de la Geometría Elemental. Teoría no Euclidiana de las Paralelas. Análisis de los Axiomas de la Geometría Elemental. Geometría de Riemann.

Contenido Analítico

1. *Introducción:1.1* Consideraciones generales. *1.2* Breve reseña de las investigaciones sobre los fundamentos de la geometría. *1.3* Axiomas de Euclides. *1.4* El quinto postulado *1.5* N. I. Lobachevski y su geometría *1.6* Formación del concepto de espacio geométrico *1.7* Problemas de aplicación
2. *Axiomas de la Geometría Elemental:2.1* Introducción. *2.2* Elementos geométricos. *2.3* Axiomas de incidencia. *2.4* Axiomas de orden. *2.5* Consecuencias de los axiomas de incidencia y de orden. *2.6* Axiomas de congruencia. *2.7* Consecuencias de los axiomas incidencia, de orden y de congruencia. *2.8* Axiomas de continuidad. *2.9* Axiomas de paralelismo. *2.10* Problemas de aplicación.
3. *Teoría no Euclidiana de las Paralelas:3.1* Introducción. *3.2* Definición de paralelas según Lobachevski. *3.3* Rectas paralelas y rectas divergentes. *3.4* La función de Lobachevski $\pi(x)$. *3.5* Rectas y planos en el espacio de Lobachevski. *3.6* Equidistante y oriciclo. *3.7* Superficie equidistante y oriesfera. *3.8* Geometría elemental sobre las superficies del espacio de Lobachevski. *3.9* Area de un triángulo. *3.10* Demostración de la consistencia lógica de la geometría de Lobachevski. *3.11* Relaciones métricas fundamentales de la Geometría de Lobachevski. *3.12* Problemas de aplicación.

4. *Análisis de los Axiomas de la Geometría Elemental:4.1* Introducción. *4.2* Los tres problemas básicos de la axiomática. *4.3* Consistencia de los axiomas de la geometría euclidiana. *4.4* Demostración de la independencia de algunos axiomas de la geometría euclidiana. *4.5* Axiomas de completitud. *4.6* Completitud del sistema de axiomas de la geometría euclidiana. *4.7* Método axiomático en Matemática. *4.8* Problemas de aplicación.
5. *Geometría de Riemann:5.1* Introducción. *5.2* Diferencias entre las geometrías de Euclides, de Lobachevskiy de Riemann. *5.3* Elementos de la Geometría de Riemann. *5.4* Axiomas de la Geometría de Riemann. *5.5* Proposiciones de la Geometría de Riemann. *5.6* Plano riemanniano. *5.7* Problemas de aplicación.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3					4			5		

Bibliografía

[1] Efimov Nicolai V., (1984), *Geometría Superior*, Ed. MIR, Moscú, URSS.
[2] Eves Howard, (1964), *Estudio de la Geometría I y II*, Ed. UTEMA, México.
[3] Smogorzlierski A.S., (1984), *Acerca de la Geometría de Lobachevski*, Ed. MIR, Moscú, URSS.
[4] Santaló Luis A., (1961), *Geometrías no Euclidianas*, Ed. EUDEBA, Bs. Aires, Argentina.

8.1.16. MAT-273: Geometría Proyectiva

Identificación

Asignatura:	Geometría Proyectiva
Sigla:	MAT–273
Area Curricular:	Geometría y Topoplogía
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–123
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

La geometría pura, edificada en base a los métodos clásicos, va perdiendo interés y va desapareciendo de los planes de estudio en la universidad. En tal sentido, se consideran los siguientes objetivos:

Precisar que la geometría pura, basada sobre las figuras del espacio intuitivo, por lo menos en su origen, se presta difícilmente a su generalización a espacio de más de tres dimensiones.

Reconocer que la geometría pura, traducida analíticamente, es la geometría sobre el cuerpo de los números reales y la matemática moderna necesita de otros cuerpos de números, tanto para aclarar sus fundamentos como para servir a las exigencias de las aplicaciones.

Caracterizar el espacio proyectivo de n dimensiones sobre un cuerpo general a través de la geometría proyectiva del plano real, de corte clásico ciento por ciento, pero de mucha utilidad para disponer en todo momento de interesantes ejemplos elementales y para una mejor comprensión del origen de muchas generalizaciones.

Valorar que la geometría proyectiva clásica, con toda su belleza, ha dado todo lo que podía dar de si y las exigencias del progreso obligan a un cambio de rumbo en los métodos y a una ampliación grande en el contenido.

Competencias

Comprende la proyección y la sección que se denomina una transformación y busca invariantes frente a esta transformación. Además busca otras transformaciones más generales que la proyección y sección, cuyas propiedades invariantes pueden ser estudiadas.

Programa Sintético

Introducción. El Espacio Proyectivo. Proyectividades y Correspondencias Staudtianas entre Puntuales Sobre Cuerpos Conmutativos. El Plano Proyectivo Real. Cuádricas.

Contenido Analítico

1. *Introducción:1.1* Consideraciones generales. *1.2* Estructuras algebraicas. *1.3* Leyes de composición semilineales. *1.4* Grupos, anillos y cuerpos. *1.5* Cuerpos finitos, espacios vectoriales y aplicaciones lineales y semilineales. *1.6* Problemas de aplicación.
2. *El Espacio Proyectivo:2.1* Introducción. *2.2* El espacio proyectivo de n dimensiones. *2.3* El teorema fundamental de la geometría proyectiva. *2.4* Dualidad, correlaciones y reciprocidades. *2.5* El plano proyectivo. *2.6* Problemas de aplicación.
3. *Proyectividades y Correspondencias Staudtianas entre Puntuales Sobre Cuerpos Conmutativos:3.1* Introducción. *3.2* Razón doble. *3.3* Proyectividad entre puntuales. *3.4* El grupo proyectivo sobre la recta. *3.5* Involución *3.6* Cuaternas armónicas. *3.7* Aplicaciones staudtianas. *3.8* Problemas de aplicación.
4. *El Plano Proyectivo Real:4.1* Introducción. *4.2* Colineaciones entre planos superpuestos. *4.3* Colineaciones especiales. *4.4* Cónicas en el plano real. *4.5* Polaridad respecto de una cónica. *4.6* Proyectividades entre cónicas. *4.7* Involución sobre una cónica. *4.8* Interpretación proyectiva de la geometría no euclidiana hipérbola. *4.9* Problemas de aplicación.

5. *Cuádricas:5.1* Introducción. *5.2* Cuádricas en cuerpos conmutativos. *5.3* Clasificación proyectiva y áfin de las cuádricas. *5.4* Número de puntos de las cuádrica *5.5* Problemas diofánticos. *5.6* Cónicas en planos proyectivos finitos. *5.7* Geometrías finitas. *5.8* Problemas de aplicación.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2						3						4			5		

Bibliografía

[1] Santaló Luis A., (1966), *Geometría Proyectiva*, Ed. EUDEBA, Bs. Aires, Argentina.

[2] E. Sedenberg, *Elementos de Geometría Proyectiva*, Compañía Edittorial Continental S.A., México.

[3] Kh. A. Arustamov, *Problems in Descriptive Geometry*, Ed. MIR.

[4] Ayres Frank, (1971), *Geometría Proyectiva*, Ed. Mc Graw-Hill, Colombia.

[5] Eves Howard, (1964), *Estudio de las Geometrías I y II*, Ed. UTEMA, México.

[6] Kline Morris, (1998), *Matemática para los Estudiantes de Humanidades*, Ed. FCE, México.

8.1.17. MAT-278: Análisis Numérico

Identificación

Asignatura:	Análisis Numérico
Sigla:	MAT–278
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar métodos directos e iterativos para resolver problemas matemáticos principalmente para aquellos que no tienen solución analítica o algebraicas. Además implementar algoritmos desarrollados en MATLAB o usar una aplicación computacional ya desarrollada para dar respuesta a los problemas e interpretar los resultados.

Competencias

Deduce e implementa métodos directos e iterativos para resolver problemas de resolución de ecuaciones, interpolación polinomial, diferenciación e integración numérica y problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Utiliza la computadora como la principal herramienta para calcular las iteraciones y analiza los errores ajustados.

Programa Sintético

Análisis de Error. Soluciones de ecuaciones de una variable. Interpolación y aproximación polinomial. Diferenciación e Integración Numérica. Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias univariado y multivariado. Sistemas de Ecuaciones Lineales.

Contenidos Analíticos

1. *Análisis de error:1.1* Representación de números. *1.2* Errores de redondeo y aritmética de puntos flotantes. *1.3* Propagación de error.
2. *Soluciones de ecuaciones de una variable2.1* El método de bisección *2.2* Iteración del punto fijo, teorema del punto fijo *2.3* El método de Newton *2.4* Análisis del error de métodos iterativos *2.5* ceros del polinomio y el Método de Müller *2.6* Aplicaciones computacionales
3. *Interpolación y aproximación polinomial:3.1* Interpolación y polinomios de Lagrange. *3.2* Diferencias divididas. *3.3* Interpolación de hermite. *3.4* Interpolación de trazadores cúbicos. *3.5* Aplicaciones computacionales
4. *Diferenciación e Integración Numérica:4.1* Diferenciación numérica *4.2* Extrapolación de Richardson *4.3* Las Fórmulas de Integración de Newton y Cotes. *4.4* Integración de Romberg. *4.5* Métodos adaptativos de cuadratura. *4.6* Cuadratura gaussiana. *4.7* Integración impropia. *4.8* Aplicaciones computacionales.
5. *Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias univariado y multivariado5.1* Método de Euler *5.2* Métodos de Taylor de orden superior *5.3* Métodos de Runge-Kutta *5.4* Métodos de multipasos *5.5* Estabilidad de los métodos *5.6* Aplicaciones computacionales
6. *Sistemas de Ecuaciones Lineales:6.1* Eliminación Gaussiana, descomposición LU *6.2* La Descomposición de Cholesky. *6.3* Método de Jacobi *6.4* Método de Gauss-Seidel *6.5* Refinamiento del error
   Método del gradiente conjugado *6.6* GMRES *6.7* Aplicaciones computacionales

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que

permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Burden Richard L. & Faires J. Douglas, (2002), *Análisis Numerico*, Thompson-Learning, México.
[2] Kendall E. Atkinson, (1978), *An Introduction to Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
[3] Nakamura, S. (1997), *Análisis numérico y visualización con MATLAB*, Prentice-Hall Hispanoamericana.

8.1.18. MAT-250: Historia de la Matemática

Identificación

Asignatura:	Historia de la Matemática
Sigla:	MAT–250
Area Curricular:	Historia
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

1. Analizar una serie de cuestiones iniciales imprescindibles para una mejor comprensión de los problemas científicos de la Historia de la Matemática.
2. Caracterizar el enfoque general en el estudio del objeto de la Matemática a través de la interpretación teórica general de las leyes y teorías matemáticas.
3. Identificar las leyes objetivas del desarrollo del Pensamiento Matemático a través de su Historia.

Competencias

Estudia el desarrollo de la matemática desde la época de los griegos. Analiza el proceso de formación de representaciones matemáticas. Hace énfasis el desarrollo de la matemática en el siglo XVIII y compara con los periodos modernos.

Programa Sintético

Objeto y Método de la Historia de la Matemática. Proceso de Formación de las Representaciones Matemáticas. Formación de las primeras teorías matemáticas. Desarrollo de la Matemática Elemental. Proceso de Creación de la Matemática de las Variables. Desarrollo de las partes Fundamentales de la Matemática en el Siglo XVIII. Comienzo del Periodo de la Matemática Moderna.

Contenidos analíticos

1. *Objeto y Método de la Historia de la Matemática:1.1* Introducción *1.2* El objeto de la Historia de la Matemática *1.3* La concepción del objeto de la Matemática *1.4* Importancia de la práctica en el desarrollo de la Matemática *1.5* Relación de la Matemática con otras ciencias *1.6* El carácter dialéctico de las leyes de la matemática o Los periodos más importantes en la Historia de la matemática *1.7* El papel de la Historia de la matemática en el sistema de preparación de especialistas matemáticos. *1.8* Conclusiones.
2. *Proceso De Formación De Las Representaciones Matemáticas:2.1* Introducción *2.2* Surgimiento de los primeros conceptos y métodos matemáticos *2.3* La matemática del Egipto Antiguo *2.4* La matemática de la Babilonia Antigua *2.5* La matemática de la China Antigua *2.6* La matemática de la India Antigua *2.7* Conclusiones
3. *Formación de las Primeras Teorías Matemáticas:3.1* Introducción *3.2* Las primeras teorías matemáticas en la Grecia Antigua *3.3* Construcción axiomática de la matemática en la época del helenismo *3.4* Métodos infinitesimales en la Grecia Antigua *3.5* Teorías y métodos matemáticos de la antigüedad avanzada *3.6* Conclusiones
4. *Desarrollo de la Matemática Elemental:4.1* Introducción *4.2* Observaciones generales sobre el período de la Matemática elemental *4.3* La matemática de los pueblos de Asia Central y el Medio Oriente *4.4* La matemática en Europa en la Edad Media y en la época del Renacimiento. *4.5* Desarrollo ulterior de la matemática elemental *4.6* Conclusiones.

5. *Proceso de Creación de la Matemática de las Variables:5.1* Introducción *5.2* Comienzo del período de la Matemática de las variables *5.3* Surgimiento de la geometría analítica *5.4* Acumulación de los métodos diferenciales e integrales *5.5* Surgimiento del análisis infinitesimal *5.6* Conclusiones.
6. *Desarrollo de las Partes Fundamentales de la Matemática en el Siglo XVIII:6.1* Introducción *6.2* Las condiciones y las particularidades del desarrollo de la matemática en el siglo XVIII. *6.3* Transformación de los fundamentos del análisis infinitesimal *6.4* Desarrollo del aparato del análisis matemático *6.5* Creación del cálculo variacional *6.6* Desarrollo de la geometría *6.7* Creación de las premisas del álgebra moderna y de la teoría de los números. *6.8* Desarrollo de las teorías de las probabilidades y del análisis combinatorio. *6.9* Conclusiones
7. *Comienzo del Periodo de la Matemática Moderna:7.1* Introducción *7.2* El carácter del desarrollo de la matemática en el siglo XIX *7.3* Surgimiento de los conceptos fundamentales del análisis matemático *7.4* Reconstrucción de los fundamentos del análisis matemático *7.5* Desarrollo del aparato y aplicaciones del análisis matemático *7.6* Creación de la teoría de las funciones de variable compleja *7.7* Transformación de la Geometría *7.8* Conclusiones.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Rivnikov K., (1987), *Historia de la Matemática*, Ed. MIR, Moscú, URSS.
[2] Babini José, (1985), *Historia de las Ideas Modernas en la Matemática*, Ed. UBA, USA.
[3] Bekken Otto, (1983), *Una Historia Breve del Algebra*, Ed. Sociedad Peruana de Matemática, Lima, Perú.
[4] Perero Mariano, (1994), *Historia e Historias de Matemática*, Ed. Iberoamericana, México.

8.1.19. MAT-260: El Análisis por su Historia

Identificación

Asignatura:	El Análisis por su Historia
Sigla:	MAT–260
Area Curricular:	Historia de la Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Estudiar el desarrollo de los fundamentos del análisis matemático moderno desde una perspectiva histórica, incluyendo los problemas particulares que luego generaron resultados generales, además de re-descubrir el orden de los temas del análisis, el cual difiere del orden en que se suele enseñar actualmente en las universidades.

Competencias

Comprende y discute el análisis del infinito, los orígenes del calculo diferencial e integral en una y varias variables. Clasifica las evoluciones del calculo infinitesimal por diferentes corrientes filosóficas.

Programa Sintético

Introducción al Análisis del Infinito. Cálculo Diferencial e Integral. Fundamentos del Análisis Clásico. Cálculo en Varias Variables.

Contenidos analíticos

1. *Introducción al Análisis del Infinito:1.1* Coordenadas cartesianas y polinomios. *1.2* Exponenciales y Teorema del Binomio. *1.3* Logaritmos y áreas. *1.4* Funciones trigonométricas. *1.5* Números complejos y funciones. *1.6* Fracciones continuas.
2. *Cálculo Diferencial e Integral:2.1* La derivada. *2.2* Derivadas de orden superior y Series de Taylor. *2.3* Envolventes u Curvatura. *2.4* Primitivas. *2.5* Funciones con integral elemental. *2.6* Cálculo aproximado de integrales.
3. *Fundamentos del Análisis Clásico:3.1* Sucesiones infinitas y números reales. *3.2* Series infinitas. *3.3* Funciones reales y continuidad. *3.4* Convergencia uniforme y continuidad uniforme. *3.5* La integral de Riemann. *3.6* Funciones diferenciables. *3.7* Series de potencia y Series de Taylor. Integrales impropias. *3.8* Dos Teoremas de funciones continuas.
4. *Cálculo en Varias Variables:4.1* Topología del espacio n-dimensional. *4.2* Funciones continuas. *4.3* Funciones diferenciables de varias variables. *4.4* Derivadas de orden superior y Series de Taylor. *4.5* Integrales Múltiples.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3					4				

Bibliografía

[1] Hairer, E., Wanner, G. *Analysis by Its History*, Springer, 2008.
[2] Stillwell, J. *Mathematics and its History*, Springer, 1989.
[3] Cooke, R. *The History of Mathematics*, John Wiley & Sons Inc. 2005.

8.1.20. MAT-264: Teoría de Grafos

Identificación

Asignatura:	Teoría de Grafos
Sigla:	MAT–264
Area Curricular:	Modelización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–134
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Antecedentes

El interés por la Teoría de Grafos y sus aplicaciones ha venido creciendo con rapidez en las últimas seis décadas. Ello se explica en parte por que dicha teoría se ha convertido en una importante herramienta matemática para disciplinas tan dispares como la lingüistica, la psicología, la química, la biología, la genética y la economía, entre otras. Además, por sí misma, la Teoría de Grafos es una valiosa disciplina matemática cuya amplitud y profundidad de resultados hacen que pueda considerarse a la par con todas las otras ramas de la matemática pura. Colmada de ideas elegantes e innovadoras, la Teoría de Grafos presenta conexiones esclarecedoras con varias otras áreas de la matemática como son la Teoría de Optimización, Teoría de Grupos, Algebra de matrices, Teoría de Probabilidad, Lógica y Teoría de Nudos.

Objetivos

Describir la terminología y conceptos de la teoría de grafos como una formalización de estructuras de vertices unidas por aristas. Analizar y demostrar propiedades intrínsecas y desarrollar ejemplos y problemas de aplicación. Clasificar y representar los grafos especiales.

Competencias

Conoce y emplea con propiedad terminología y conceptos propios de la Teoría de Grafos. Conoce y aplica los teoremas principales de la Teoría de Grafos. Investiga inductivamente propiedades y/o características nuevas en grafos. Propone conjeturas y contraejemplos pertinentes. Resuelve con solvencia problemas referidos a grafos aplicando su dominio de la teoría. Detecta y representa apropiadamente situaciones del mundo real empleando grafos.

Programa Sintético

Conceptos Fundamentales. Árboles y Conectividad. Grafos eulerianos y hamiltonianos. Emparejamiento y Factorización. Grafos planares e inmersión. Teorema Cromática de Grafos. Grafos Orientados.

Contenidos analíticos

1. *Conceptos Fundamentales:1.1* Terminología, *1.2* Grafos conexos, *1.3* Distancia en grafos, *1.4* Grafos isomorfos, *1.5* Grafos comunes, *1.6* Operaciones con grafos, *1.7* Multigrafos y digrafos.
2. *Árboles y Conectividad:2.1* Vértices de corte, puentes y bloques, *2.2* Árboles, *2.3* Conectividad y aristo-conectividad, *2.4* Teoremas de Menger y Whitney.
3. *Grafos eulerianos y hamiltonianos:3.1* Grafos eulerianos, *3.2* Digrafos de Bruijn, *3.3* Grafos hamiltonianos.
4. *Emparejamiento y Factorización:4.1* Emparejamiento, *4.2* Independencia en grafos, *4.3* Factores y factorización.
5. *Grafos planares e inmersión:5.1* Grafos planares, *5.2* La identidad de Euler, *5.3* Grafos planares y grafos no planares, *5.4* Teorema de Kuratowsky.
6. *Teoría Cromática de Grafos:6.1* Mapas, Coloreado de mapas, *6.2* Coloreado de vértices, aplicaciones, *6.3* Coloreado de aristas, aplicaciones, *6.4* Teorema de Vizing, *6.5* Polinomios Cromáticos.

7. *Grafos Orientados:7.1* Definiciones, *7.2* Grafos orientados eulerianos, *7.3* Torneos, *7.4* Flujos en redes, *7.5* El Teorema de corte mínimo y flujo máximo.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Gary Chartrand & Ping Zhang, *Chromatic Graph Theory*, CRC Press, USA, 2009

[2] Reinhart Diestel, *Graph Theory*, Springer Verlag, New York, 2000

[3] Bela Bollobas, *Modern Graph Theory*, Springer Verlag, New York, 1998

[4] Arthur Benjamin, Gary Chartrand & Ping Zhang, *The Facinating World of Graph Theory*, Ed. Princeton University Press, USA, 2015

[5] Robin J. Wilson, *Introducción a la Teoría de Grafos*, Ed. Alianza Editorial, Madrid, 1983.

[6] Robin J. Wilson, Joan M. Aldous, *Graphs and Applications*, Springer Verlag, Londres, 2000

[7] Jonathan L. Gross, Jay Yellen, *Graph Theory and its applications*, Ed. Chapman&Hall CRC, 2005

8.1.21. MAT-270: Didáctica de la Matemática

Identificación

Asignatura:	Didáctica de la Matemática
Sigla:	MAT–270
Area Curricular:	Educación Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Precisar un análisis cuidadoso y sistemático del significado del término Didáctica para afirmar que hay una articulación entre las exigencias de la Didáctica, como disciplina desarrollada en función de los problemas del docente y de la enseñanza, y el Currículum, como ámbito de conocimiento vinculado a los procesos institucionales de la Educación.

Especificar las concepciones de la Didáctica en términos de Ciencia dado su carácter científico ya que tiene su propio objeto de estudio, sus objetivos y sus funciones, y en términos de Arte con el apoyo de la experiencia de las artes escénicas, visuales, literarias y sonoras, construir el proceso de aprender a conocer aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser, tan necesario para experimentar la libertad y la autonomía, y en términos de tecnología, como el recurso que permita elaborar normas, derivadas de las leyes científicamente fundadas que guíen a quienes intervienen en el proceso docente – educativo

Competencias

Comprende y precisa el significado de la palabra Didáctica para aclarar que existe una articulación entre las exigencias de la Didáctica, como disciplina desarrollada en función de los problemas del docente y de la enseñanza y el Curriculum como ámbito de conocimiento vinculado a los procesos institucionales de la Educación.

Discierne y especifica las concepciones de la Didáctica como Ciencia dado su carácter científico provista de su propio objeto de estudio, objetivos y funciones, y como Arte con el apoyo de la experiencia de las artes escénicas, visuales, literarias y sonoras, construir la estructura de aprender a conocer aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser, tan necesaria para experimentar la libertad y la autonomía, y como tecnología, en calidad de recurso que permita elaborar normas, derivadas de las leyes científicamente fundadas que guíen a quienes intervienen en el proceso docente–educativo.

Programa Sintético

La Didáctica. Categorías de la Didáctica. Didáctica del Saber Matemático. Modelos teóricos de la Didáctica de la Matemática y de la Didáctica de la Educación Matemática. La Importancia de la Investigación en Matemática y Educación Matemática.

Contenidos analíticos

1. *La Didáctica:1.1* Conceptualización y caracterización del término Didáctica *1.2* Conceptualización y caracterización del termino Enseñanza *1.3* Conceptualización y caracterización del termino Aprendizaje *1.4* Concepciones de la Didáctica: *1.4.1* La Didáctica como Ciencia *1.4.2* La Didáctica como Arte *1.4.3* La Didáctica como Tecnología *1.5* ¿Cómo nos encontramos con la Matemática?: *1.5.1* La Matemática como ciencia *1.5.2* La Matemática: Ciencia entre las ciencias *1.5.3* La Matemática como actividad humana *1.5.4* La Matemática en la historia y en la sociedad
2. *Categorías de la Didáctica:2.1* Conceptualización y caracterización del término Categoría. *2.2* Categorías de la Didáctica: *2.2.1* Objetivos y Competencias *2.2.2* Contenidos *2.2.3* Estrategias (Técnicas y procedimientos) *2.2.4* Medios y materiales educativos *2.2.5* Evaluación del proceso docente – educativo

3. *Didáctica del Saber Matemático:3.1* Una alternativa de Alfabetización Matemática: *3.1.1* Una aproximación al aprendizaje del significado de los objetos de estudio de la Matemática. *3.1.2* Una visión transdisciplinar del significado de la idea clave *3.2* El número de oro como atractor en el campo de las Ciencias: *3.2.1* El número de oro en las Ciencias formales *3.2.2* El número de oro en las Ciencias factuales naturales *3.2.3* El número de oro en las Bellas Artes *3.2.4* El número de oro en la Mística *3.2.5* El número de oro en la matemática *3.3* Didáctica del saber matemático: *3.3.1* Didáctica de la Dimensión *3.3.2* Didáctica de la Cantidad *3.3.3* Didáctica de la Incertidumbre *3.3.4* Didáctica de la Forma *3.3.5* Didáctica del Cambio
4. *Modelos teóricos de la Didáctica de la Matemática y de la Didáctica de la Educación Matemática:4.1* Didáctica Crítica de la Matemática y de la Educación Crítica de la Matemática: *4.1.1* El Pensamiento Crítico: Conceptualización, caracterización y representación. *4.1.2* Enfoques desde la Matemática: Por descubrimiento de George Polya. Por la heurística de Imre Lakatos. Epistemología Genética de Jean Piaget. Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner. Aprendizaje escalonado (por pasos, elaboración propia). *4.2* Didáctica Ecosistémica de la Matemática y de la Educación Ecosistémica de la Matemática: *4.2.1* El Pensamiento Complejo: Conceptualización, caracterización y representación *4.2.2* Enfoques desde la Educación Matemática: La Etnomatemática. La Enculturación Matemática. Teoría de las Situaciones Didácticas. Teoría de la Transposición Didáctica. Teoría de los Campos Conceptuales. Teoría de las funciones semióticas de la cognición.
5. *La Importancia de la Investigación en Matemática y Educación Matemática:5.1* Retorno a las bases de la Matemática: Un imperativo para la Educación Superior *5.2* Metapuntos para la Matemática y la Educación Matemática: *5.2.1* La Matemática como Lenguaje *5.2.2* La Matemática como Pensamiento *5.2.3* La Matemática como Resolución de Problemas *5.3* Los Invariantes del saber y conocimiento matemático *5.3.1* Saberes y conocimientos numéricos y operatorios *5.3.2* Saberes y conocimientos sobre formas geométricas y situaciones en el espacio *5.3.3* Saberes y conocimientos sobre la medida. *5.3.4* Saberes y conocimientos sobre la organización de la información y el azar. *5.4* La Indagación Temática en Educación y Educación Matemática *5.4.1* La Matemática y la Educación Matemática en la Complejidad y recíprocamente. *5.4.2* La Matemática y la Educación Matemática en la Interdisciplinariedad, Transdisciplinariedad y Metadisciplinariedad y recíprocamente. *5.4.3* La Matemática y la Educación Matemática en la Ecoformación y recíprocamente.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3					4			5		

Bibliografía

[1] Alvarez Z. Carlos M. *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana*, Ediciones: Instituto Cultural y de amistad boliviano-cubano. La Paz, 1992.

[2] Barragán L. Hernando. *Epistemología*, Editor: Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.E., 1990.

[3] Bell, Eric T. *Historia de las Matemáticas*, Editorial: Fondo de Cultural Económica. México, D.F. 1996.

[4] Boyer, Carl B. *Historia de la Matemática*, Editorial Alianza, S.A. Madrid, 1999.

[5] Cantoral U., Ricardo. *Matemática Educativa: Un estudio de la formación social de la Analiticidad*, Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V. México, D.F. 2001.

[6] Carrillo Y. José-Carlos C. Luis. *Matemática Española en los albores del siglo XXI*, Editorial Hergué. Huelva. 2000.

[7] Da Conceição de Almeida, María. *Para comprender la Complejidad*, Ediciones: Multiversidad Mundo Real. Edgar Morin, A.C. Hermosillo. Sonora, México. 2007.

[8] De la Torre Saturnino - Moraes, María C. Sentipensar *Fundamentos y estrategias para reencontrar la Educación*, Ediciones Aljibe, S.L. Málaga. 2005.

8.1.22. MAT-280: Teoría de la Educación Matemática

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Educación Matemática
Sigla:	MAT–280
Area Curricular:	Educación Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Precisar que en el marco de la teoría se organizan en un sistema único todos los conocimientos propios del objeto de estudio de su campo de acción: teoría, educación, matemática y educación matemática en calidad de deconectores.

Denominar el significado cabal de la palabra "educación" en el orden natural u originario en términos de "sacar algo que está en nuestro interior"; esto es, "extraer lo que está oculto en uno" tal que lo que la existencia ha colocado en nuestro interior sea descubierto, sea revelado y sea hecho luminoso para que cuando todo sea luz y cuando seamos sólo conciencia, entonces la vida será una bendición.

Competencias

Percibe y difunde que todos los conocimientos propios del objeto de estudio de su campo de creación se organizan en un sistema único contenido en el marco de la teoría correspondiente en términos de teoría, educación, matemática y educación matemática sujetos a una interacción permanente.

Reflexiona y declara que la esencia misma de la Educación es la tradición cuyo carácter sedimentador de la experiencia histórico –cultural de los hombres a través de las generaciones, remonta fronteras étnicas, contradicciones de clases, dominaciones y derrumbamientos de imperios, aventuras, aberraciones y crímenes por encima de los cuales sobrevive un m mundo de sentido que permite autocomprendernos mejor, un mundo de determinaciones socioeconómicas que pesan sobre nosotros y un mundo de acontecimientos que aunque ya no existe, siguen siendo revelación de lo que el hombre es hoy como proyecto.

Programa Sintético

La Educación. La Matemática. La Educación Matemática. Arqueología del Saber Matemático Teoría de la Educación.

Contenidos analíticos

1. *La Educación:1.1* Conceptualización y caracterización del término educación *1.2* Panorama global de la Educación *1.2.1* Historia de la Educación *1.2.2* Filosofía de la Educación *1.2.3* Epistemología de la Educación *1.3* La Educación en el siglo XX *1.4* La Educación en el siglo XXI
2. *La Matemática:2.1* Conceptualización y caracterización del término Matemática. *2.2* Panorama global de la Matemática *2.2.1* Historia de la Matemática *2.2.2* Filosofía de la Matemática *2.3* La Matemática en el siglo XX *2.4* La Matemática en el siglo XXI
3. *La Educación Matemática:3.1* Conceptualización y caracterización del término Educación Matemática. *3.2* Panorama Global de la Educación Matemática *3.2.1* Historia de la Educación Matemática *3.2.2* Filosofía de la Educación Matemática *3.2.3* Epistemología de la Educación Matemática *3.3* La Educación Matemática en el siglo XX *3.4* La Educación Matemática en el siglo XXI
4. *Arqueología del Saber Matemático:4.1* Conceptualización y caracterización de los términos: saber, saber matemático y arqueología. *4.2* Arqueología del saber matemático. *4.2.1* Arqueología de la Dimensión *4.2.2* Arqueología de la Cantidad *4.2.3* Arqueología de la Incertidumbre *4.2.4* Arqueología de la Forma *4.2.5* Arqueología de la Cambio

5. *Teoría de la Educación:5.1* Conceptualización y caracterización del término teoría. *5.2* El Problema *5.3* Modelos teóricos de la Educación Matemática *5.3.1* Educación Matemática Crítica: Historia de la Educación Matemática Crítica. Filosofía de la Educación Matemática Crítica. Epistemología de la Educación Matemática Crítica. *5.3.2* Educación Matemática Interactiva o Ecosistémica: Historia de la Educación Matemática Interactiva o Ecosistémica. Filosofía de la Educación Matemática Interactiva o Ecosistémica. Epistemología de la Educación Matemática Interactiva o Ecosistémica.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exposiciones orales periódicas (60 %), informes de análisis temático (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3						4			

Bibliografía

[1] Alvarez Z. Carlos M. *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana*, Ediciones: Instituto Cultural y de amistad boliviano-cubano. La Paz, 1992.

[2] Barragán L. Hernando. *Epistemología*, Editor: Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.E., 1990.

[3] Bell, Eric T. *Historia de las Matemáticas*, Editorial: Fondo de Cultural Económica. México, D.F. 1996.

[4] Boyer, Carl B. *Historia de la Matemática*, Editorial Alianza, S.A. Madrid, 1999.

[5] Cantoral U., Ricardo. *Matemática Educativa: Un estudio de la formación social de la Analiticidad*, Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V. México, D.F. 2001.

[6] Carrillo Y. José-Carlos C. Luis. *Matemática Española en los albores del siglo XXI*, Edit. Hergué. Huelva. 2000.

[7] Da Conceição de Almeida, María. *Para comprender la Complejidad*, Ediciones: Multiversidad Mundo Real. Edgar Morin, A.C. Hermosillo. Sonora, México. 2007.

[8] De la Torre Saturnino - Moraes, María C. Sentipensar *Fundamentos y estrategias para reencontrar la Educación*, Ediciones Aljibe, S.L. Málaga. 2005.

8.1.23. MAT-290: Lógica Matemática

Identificación

Asignatura:	Lógica Matemática
Sigla:	MAT–290
Area Curricular:	Lógica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–151
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar las teorías de la lógica matemática y sus consecuencias como continuación de la materia de Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos. El Objetivo central; sin embargo, consiste en lograr un solvente y unificador manejo de la analogía y de la abstracción, ingredientes cotidianos de la Matemática y de la Ciencia.

Competencias

Comprende y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados de la Lógica Matemática avanzada. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos ilustrativos.

Contenido

Esta materia por el momento no tiene un contenido fijo, ya que en los desde su creación habitualmente se ha abierto en la modalidad de "tutorial", por lo que en todos los casos han desarrollado una profundización en Sistemas Formales así como en la Teoría de Conjuntos.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

[1] Maria Luisa Dalla, *Lógica*, Ed. Chiara Scabia Labor S.A., Barcelona.
[2] A. G. Hamilton, *Lógica para matemáticos*, Ed. Paraninfo, Madrid.
[3] Patrick Suppes, *Teoría axiomática de conjuntos*, Ed. Norma, Cali.

8.1.24. MAT-267: Teoría de la Computación

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Computación
Sigla:	MAT–267
Area Curricular:	Ciencias de la Computación
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Este curso introduce los conceptos de las Ciencias de la Computación, para obtener un entendimiento y dominio adecuado de los modelos de naturaleza matemática.

1. Caracterizar lenguajes formales por medio de autómatas, gramáticas y otros modelos computacionales.

2. Diseñar autómatas y máquinas de Turing con diversos propósitos (reconocimiento de lenguajes, evaluación de funciones, solución de problemas).

3. Analizar el concepto de computabilidad.

4. Analizar la complejidad de algoritmos y problemas.

Competencias

Caracteriza lenguajes formales por medio de autómatas, gramáticas y otros modelos computacionales. Diseña autómatas y máquinas de Turing con diversos propósitos. Analiza el concepto de computabilidad y la complejidad de algoritmos.

Programa Sintético

Programación de computadores. Complejidad de Algoritmos. Teoría de Grafos. Teoría de los autómatas finitos.

Contenidos analíticos

1. *Programación de computadores e Inducción Matemática:1.1* Procedimientos y algoritmos *1.2* Programas y lenguajes de programación *1.3* Iteración y recursión
2. *Complejidad de Algoritmos:2.1* Máquinas de Turing *2.2* El criterio de Church *2.3* Medidas de complejidad de máquinas de Turing
3. *Problemas de Indecibilidad:3.1* Un problema indecidible de computación *3.2* Conceptos básicos *3.3* Reductibilidad
4. *Grafos y subgrafos:4.1* Grafos y grafos simples *4.2* Isomorfismo entre grafos *4.3* Cardinalidad e inclusión *4.4* Subgrafos
5. *Árboles:5.1* Grafos sin circuito y árboles *5.2* Subárboles maximales *5.3* El teorema de Ramsey y sus aplicaciones
6. *Grafos orientados:6.1* El teorema de la dicotomía *6.2* Grafos fuertemente conexos *6.3* Grafos acíclicos
7. *Teoría de los Autómatas finitos:7.1* Relaciones, funciones y Monoides *7.2* Autómatas determinísticos y no determinísticos *7.3* Aspectos algorírmiticos de los autómatas finitos

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3						4			

Bibliografía

[1] C. I. Lucchesi, I. Simon, T. Kowaltowski, (1979), *Aspectos teóricos de la Computación*, IMPA, Rio de Janeiro.
[2] L. Harry, P. Christos, (1998), *Elements of the theory Computation*, Prentice Hall
[3] P. Linz, (1990), *An Introduction To formal Languages and Automata*, D.C. Heath an Company.
[4] J. G. Brooksher, (1990), *Teoría de la Computación*, Addison Wesley Iberoamericana.

8.1.25. MAT-258: Teoría de Optimización Lineal

Identificación

Asignatura:	Teoría de Optimización Lineal
Sigla:	MAT–258
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Desarrolla la teoría de programación lineal y resuelve por el Método Simplex y por los Métodos de Puntos Interiores. Implementa los algoritmos en MATLAB.

Competencias

Establece las condiciones de optimalidad, desarrolla e implementa los algoritmos para resolverlos los problemas de optimización lineal y compara con las implementaciones existentes. Demuestra teoremas de convergencia de los métodos y analiza la complejidad computacional.

Programa Sintético

Problemas de optimización lineal. Teoría del Método Simplex y Simplex Revisado. Problemas Lineales con variables canalizadas. Estudio de problemas grandes. Teoría de Dualidad. Análisis de Sensibilidad. Teoría del Método de Puntos Interiores. Teoría del Método Predictor-Corrector. Convergencia de algoritmos.

Contenidos analíticos

1. *Problemas de optimización lineal:1.1* Problema de optimización lineal en forma general y estándar *1.2* Soluciones básicas, soluciones básicas factibles y solución óptima *1.3* Teorema Fundamental de programación lineal *1.4* *1.5* Algoritmos de búsqueda de soluciones
2. *Teoría del Método Simplex y Simplex Revisado2.1* Tableau y el Proceso de pivoteo: base inicial, variables de entrada y salida *2.2* Problemas degenerados *2.3* Variables artificiales *2.4* Forma matricial del Método Simplex: Simplex Revisado. *2.5* Programación computacional en MATLAB
3. *Problemas Lineales con variables canalizadas3.1* Soluciones básicas y básicas factibles generalizadas *3.2* Proceso de pivoteo *3.3* Implementación computacional en MATLAB y uso de aplicaciones computacionales
4. *Estudio de problemas grandes4.1* Criterio de entrada y salida de variables *4.2* La factorización LU en el Método Simplex *4.3* Forma producto de la inversa *4.4* Actualización de la factorización LU en cambio de bases
5. *Teoría de Dualidad5.1* Problema Dual *5.2* Teoremas de dualidad *5.3* Método Dual Simplex matricial *5.4* Método Primal-Dual *5.5* Calibración y Preprocesamiento
6. *Análisis de Sensibilidad6.1* Análisis de sensibilidad del lado derecho del problema PL *6.2* Análisis de sensibilidad de los costos del problema
7. *Teoría del Método de Puntos Interiores7.1* Método Primal afin escala *7.2* Método Dual afin escala *7.3* Método de Newton multivariado *7.4* Método Primal-Dual afin escala *7.5* Método Primal-Dual seguidor de camino *7.6* Problemas con variables canalizadas *7.7* Método Primal Dual seguidor de camino canalizado mixto *7.8* Punto inicial
8. *Teoría del Método Predictor-Corrector8.1* Método Predictor-Corrector *8.2* Método Predictor-Corrector canalizado mixto *8.3* Descomposición de Cholesky para matrices esparzas: Algoritmo AMD *8.4* Tratamiento de columnas densas *8.5* Métodos iterativos para resolver sistemas lineales *8.6* Método de multiples correcciones: Número máximo de correcciones
9. *Convergencia de algoritmos9.1* Teoría de Complejidad *9.2* Convergencia superlineal y cuadrática *9.3* Implementación computacional en MATLAB y uso de aplicaciones computacionales

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4			5		6		7		8		9

Bibliografía

[1] David G Luenberger, Yinyu Ye. *Linear and nonlinear programming*, 3rd Edition, Springer, 2008

[2] Stephen J Wright, *Primal-dual interior-point methods*, SIAM, 1997

[3] Bazaara, (1985) *Programación Lineal y Flujo de Redes*, Ed. Limusa.

[4] Nesterov, Y., Nemirovskii, A., & Ye, Y. (1994), *Interior-point polynomial algorithms in convex programming*, (Vol. 13). Philadelphia: Society for industrial and applied mathematics.

[5] Gondzio, J., Mészáros, C., & Xu, X. (1996), *Implementation of interior point methods for large scale linear programming*, HEC/Université de Genève.

[6] K. Mathur y D. Solow, (1996), *Investigación de operaciones* Prentice Hall Hispanoamericana, México.

8.1.26. MAT-254: Modelización Matemática

Identificación

Asignatura:	Modelización Matemática
Sigla:	MAT–254
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

La Modelización matemática es el puente de conexión entre la matemática y el mundo real. Su importancia por ello difícilmente puede sobreestimarse. Un estudiante de Matemática que desconozca los procesos y potencialidad de la Modelización y los modelos, arrastrará una severa deficiencia en su formación. La materia ha de mostrar con todo detalle los modelos matemáticos y el proceso de modelización. Se pretende exponer las más variadas facetas de la modelización: heurísticas, estrategias, actitudes, elección de las herramientas matemáticas. Se han de ilustrar procesos y conceptos con ejemplos selectos y variados. Se ha de presentar ademas al estudiante modelos clásicos y novedosos, en diferentes campos: física, biología, ciencias sociales e investigación operativa. Para tal efecto se ha de recurrir al empleo de conceptos matemáticos procedentes de diversas áreas: Geometría, Álgebra, Cálculo, Teoría de Grafos y otros. Todo ello con el apoyo y uso de la tecnología computacional apropiada. En suma, se pretende exponer la importancia y utilidad de la modelización y los modelos matemáticos.

Competencias

Detecta problemas del mundo real que pueden resolverse mediante un modelo matemático. Conoce las etapas y el proceso de modelización. Idealiza y simplifica apropiadamente situaciones del mundo real que modeliza. Selecciona con tino y buen sentido herramientas matemáticas a emplear para elaborar un modelo. Construye modelos matemáticos y sabe contrastarlos con la realidad. Emplea modelos que ha construido para explicar y/o predecir.

Programa Sintético

Introducción. El proceso de Modelización Etapas en la elaboración de modelos. Modelos de Optimización. Modelos empleando Teoría de Grafos. Modelos con Ecuaciones en Diferencias. Modelos con Ecuaciones en Diferencias. Modelos con Ecuaciones Diferenciales. Modelos con Sistemas de Ecuaciones Diferenciales.

Contenidos analíticos

1. *Introducción:1.1* Modelos en general. *1.2* Propósito y utilidad de los modelos *1.3* ¿Qué es un Modelo Matemático? *1.4* Tipos de Modelos. *1.5* Resolución.
2. *El proceso de Modelización Etapas en la elaboración de modelos:2.1* Formulación, *2.2* Manipulación matemática *2.3* Evaluación *2.4* Aplicación. *2.5* Algunos métodos de modelización matemática: *2.5.1* Homogeneidad dimensional. *2.5.2* Abstracción. *2.5.3* Escala geométrica.
3. *Modelos de Optimización.*
4. *Modelos empleando Teoría de Grafos.*
5. *Modelos con Ecuaciones en Diferencias.*
6. *Modelos con Ecuaciones Diferenciales.*
7. *Modelos con Sistemas de Ecuaciones Diferenciales.*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3			4			5			6			7			

Bibliografía

[1] Frank P. Giordano, William P. Fox, A First Course in Mathematical Modeling, Ed. Cengage Learning, USA 2014

[2] Douglas Mooney, Randall Swift, A Course in Mathematical Modeling, Ed. The Mathematical Association of America, USA, 1999

[3] Walter J. Meyer, Concepts of Mathematical Modeling, Ed. Dover Publications, Inc. USA 2004

[4] Mark M. Meerschaert, Mathematical Modeling, Ed. Academic Press, USA, 2013

[5] George Pólya, Mathematical Methods in Science, Ed. The Mathematical Association of América, Washington, 1977

[6] Edward Beltrami, Mathematics for Dynamic Modeling, Ed. Academic Press, USA 1998

[7] Edward A. Bender, An Introduction to Mathematical Modeling, Ed. Dover Publications, USA, 2000

8.1.27. MAT-268: Teoría de Optimización no Lineal

Identificación

Asignatura:	Teoría de Optimización no Lineal
Sigla:	MAT–268
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Desarrollar la teoría de programación no lineal con y sin restricciones, estableciendo las condiciones de optimalidad, estudia métodos directos e iterativos a fin verificar supuestos y resolver problemas de aplicación.

Competencias

Demuestra teoremas de problemas de optimización con y sin restricciones y establece condiciones necesarias y suficientes de optimalidad e implementa algoritmos en la computadora utilizando programas computacionales apropiadas.

Programa Sintético

Revisión de conceptos del Análisis en $\mathbb{R}^n$. Optimización sin Restricciones, condiciones de optimalidad. Convexidad. Métodos de búsqueda del óptimo y convergencia. Método de Direcciones Conjugadas. Métodos Quasi-Newtons y Regiones de Confianza (optativo). Optimización con restricciones, condiciones Karush-Kuhn-Tucker. Optimización Lagrangiana y el Dual Lagrangiano. Métodos de Penalización (optativo).

Contenidos analíticos

1. *Revisión de conceptos del Análisis en $\mathbb{R}^n$:1.1* Convergencia *1.2* Velocidad de convergencia *1.3* Teorema de Bolzano-Weirstrass *1.4* Gradientes y Hessianas *1.5* Normas vectoriales y matriciales *1.6* Matrices definidas positivas *1.7* Teorema espectral
2. *Optimización sin Restricciones, condiciones de optimalidad2.1* Problema de optimización *2.2* Problema de minimización irrestricta *2.3* Minimizadores locales y globales *2.4* Condiciones de primer y de segundo orden: Condiciones necesarias y suficientes de optimalidad
3. *Convexidad3.1* Teoremas de proyección *3.2* Funciones convexas *3.3* Teoremas de convexidad *3.4* Teoremas de globalidad
4. *Métodos de búsqueda del óptimo y convergencia4.1* Búsquedas direccionales exactas con derivadas direccionales *4.2* Búsquedas direccionales inexactas: Criterio de Armijo *4.3* Método del gradiente o de máximo descenso y teoremas de convergencia *4.4* Método de Newton
5. *Método de Direcciones Conjugadas5.1* Direcciones conjugadas *5.2* Método del gradientes conjugados
6. *Métodos Quasi-Newtons y Regiones de Confianza (optativo)6.1* Métodos Quasi-Newton *6.2* Método de Regiones de Confianza
7. *Optimización con restricciones, condiciones Karush-Kuhn-Tucker7.1* Cono y Polar *7.2* Lema de Farkas geométrico y algebraico *7.3* Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker *7.4* Condiciones de calificación: Slater, LIQC, Mangasarian Fromowitz *7.5* Teoremas sobre condiciones de calificación.
8. *Optimización Lagrangiana y el Dual Lagrangiano:8.1* Función Lagrangeano *8.2* Condiciones de primer y de segundo orden para problemas con restricciones de igualdad *8.3* El Dual Lagrangeano *8.4* Función de perturbación *8.5* Caso no Convexo *8.6* Teorema débil de dualidad *8.7* Teorema fuerte de dualidad *8.8* Método de restricciones activas

9. *Métodos de penalización (optativo)* *9.1* Método de Barrera *9.2* Algoritmo y convergencia *9.3* Aplicación al caso de programación lineal *9.4* Método de penalización externa *9.5* Algoritmo y convergencia *9.6* Lagrangeano aumentado

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1	2			3			4		5			6		7		8		9	

Bibliografía

[1] Ademir Alves Ribeiro, Elizabeth Wegner Karas, *Otimização Continua*, CENGAGE Learning, 2014.

[2] David G Luenberger, Yinyu Ye. *Linear and nonlinear programming*, 3rd Edition, Springer, 2008

[3] Mokhtar S. Bazaraa, Jhon J. Jarvis e Hanif D. Sherali *Linear Programming and Network Flows* 4th. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2010.

8.1.28. MAT-278: Análisis Numérico

Identificación

Asignatura:	Análisis Numérico
Sigla:	MAT–278
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar métodos directos e iterativos para resolver problemas matemáticos principalmente para aquellos que no tienen solución analítica o algebraicas. Además implementar algoritmos desarrollados en MATLAB o usar una aplicación computacional ya desarrollada para dar respuesta a los problemas e interpretar los resultados.

Competencias

Deduce e implementa métodos directos e iterativos para resolver problemas de resolución de ecuaciones, interpolación polinomial, diferenciación e integración numérica y problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Utiliza la computadora como la principal herramienta para calcular las iteraciones y analiza los errores ajustados.

Programa Sintético

Análisis de Error. Soluciones de ecuaciones de una variable. Interpolación y aproximación polinomial. Diferenciación e Integración Numérica. Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias univariado y multivariado. Sistemas de Ecuaciones Lineales.

Contenidos Analíticos

1. *Análisis de error:1.1* Representación de números. *1.2* Errores de redondeo y aritmética de puntos flotantes. *1.3* Propagación de error.
2. *Soluciones de ecuaciones de una variable2.1* El método de bisección *2.2* Iteración del punto fijo, teorema del punto fijo *2.3* El método de Newton *2.4* Análisis del error de métodos iterativos *2.5* ceros del polinomio y el Método de Müller *2.6* Aplicaciones computacionales
3. *Interpolación y aproximación polinomial:3.1* Interpolación y polinomios de Lagrange. *3.2* Diferencias divididas. *3.3* Interpolación de hermite. *3.4* Interpolación de trazadores cúbicos. *3.5* Aplicaciones computacionales
4. *Diferenciación e Integración Numérica:4.1* Diferenciación numérica *4.2* Extrapolación de Richardson *4.3* Las Fórmulas de Integración de Newton y Cotes. *4.4* Integración de Romberg. *4.5* Métodos adaptativos de cuadratura. *4.6* Cuadratura gaussiana. *4.7* Integración impropia. *4.8* Aplicaciones computacionales.
5. *Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias univariado y multivariado5.1* Método de Euler *5.2* Métodos de Taylor de orden superior *5.3* Métodos de Runge-Kutta *5.4* Métodos de multipasos *5.5* Estabilidad de los métodos *5.6* Aplicaciones computacionales
6. *Sistemas de Ecuaciones Lineales:6.1* Eliminación Gaussiana, descomposición LU *6.2* La Descomposición de Cholesky. *6.3* Método de Jacobi *6.4* Método de Gauss-Seidel *6.5* Refinamiento del error
   Método del gradiente conjugado *6.6* GMRES *6.7* Aplicaciones computacionales

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que

permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Burden Richard L. & Faires J. Douglas, (2002), *Análisis Numerico*, Thompson-Learning, México.
[2] Kendall E. Atkinson, (1978), *An Introduction to Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
[3] Nakamura, S. (1997), *Análisis numérico y visualización con MATLAB*, Prentice-Hall Hispanoamericana.

8.1.29. MAT-204: Matemática Actuarial

Identificación

Asignatura:	Matemática Actuarial
Sigla:	MAT–204
Area Curricular:	Economía Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Competencia General

El estudiante conoce, maneja y aplica el instrumental matemático bajo la técnica actuarial, es la base más importante para el desarrollo del Seguro de Vida. Los cambios que se han producido en la legislación aseguradora y en la propia legislación fiscal, exigen un mayor desarrollo de los productos basados en la técnica actuarial tradicional.

Competencias

Estudia la matemática actuarial, como una de las aplicaciones de la matemática en el estudio de riesgos. Cuantifica las operaciones de seguro y las finanzas en general a fin de optimizar las decisiones sobre las magnitudes que intervienen en ellas, teniendo en cuenta que las citadas operaciones se llevan a cabo por un ente asegurador (o financiero) que desarrolla su actividad en un entorno económico-social.

Programa Sintético

Seguros en caso de muerte. Seguro Dotal. Seguros Sociales. Cálculos Actuariales. Sistemas Financieros.

Contenidos analíticos

1. *Seguros en caso de muerte:1.1* Prima única del seguro de vida entera. *1.2* Prima anual del seguro en caso de muerte. *1.3* Prima única del seguro diferido en caso de muerte. *1.4* Prima anual del seguro diferido en caso de muerte. *1.5* Prima única del seguro temporario en caso de muerte. *1.6* Prima anual del seguro temporario en caso de muerte. *1.7* Aplicaciones de Excel.
2. *Seguro Dotal:2.1* Prima única del seguro mixto o dotal. *2.2* Prima anual del seguro mixto o dotal. *2.3* Aplicaciones de Excel.
3. *Seguros Sociales:3.1* Conceptos. *3.2* Ahorro Individual. *3.3* Asistencia técnica. *3.4* Seguro Privado. *3.5* Seguro Social Obligatorio en Bolivia. *3.6* Seguro de invalidez. *3.7* Seguro de Vejez. *3.8* Seguro de muerte. *3.9* Aplicaciones de Excel.
4. *Cálculos Actuariales:4.1* Bases Técnicas. *4.2* Información económica y social. *4.3* Bases Legales. *4.4* Bases demográficas. *4.5* Bases técnicas. *4.6* Valores biométricas. *4.7* Tablas de mortalidad y de supervivencia. *4.8* Valores de activos é inválidos. *4.9* Valores de conmutación. *4.10* Mortalidad de activos. *4.11* Activos inválidos. *4.12* Renta de inválidos. *4.13* Expectativa de rentas de invalidez. *4.14* Aplicaciones de Excel.
5. *Sistemas Financieros:5.1* Prima media. *5.2* Prima Escalonada. *5.3* Prima de Reparto de Capitales. *5.4* Prima de Reparto Simple. *5.5* Aplicaciones de Excel.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el

cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

La metodología es expositiva, prevaleciendo la participación del docente y la apropiación del contenido por parte del alumno se logra mediante la formulación y resolución de ejemplos numéricos aplicados a las actividades financieras de nuestro medio. Análisis y solución de situaciones problemáticas extraídas de otras ramas de la matemática, sobre todo al iniciar un concepto general En el curso del semestre, los estudiantes deben tomar un proyecto actuarial orientado a los entornos citados anteriormente para realizar su análisis aplicado utilizando los distintos instrumentos impartidos en clase. Estos trabajos pueden ser presentados en grupos para su exposición.

Las actividades didácticas se marcan en procesos heurísticos para la solución de problemas. También, al finalizar cada tema se plantea problemas que deben ser resueltos por los estudiantes en su "cuaderno de prácticas", el mismo que es revisado en ocasión de los exámenes parciales.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3				4				5		

Bibliografía

[1] Trowbridge, Charles L. (1989). *Fundamental Concepts of Actuarial Science* Revised Edition. Actuarial Education and Research Fund. 2006

8.1.30. MAT-294: Matemática Financiera

Identificación

Asignatura:	Matemática Financiera
Sigla:	MAT–294
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar las operaciones financieras, y una introducción a los agentes económicos, a fin de cumplir idóneamente con los objetivos planteados en otras asignaturas de niveles mas avanzados como la matemática financiera avanzada incluyendo la formulación y evaluación de proyectos. Realizar el análisis de riesgo en los problemas económicos y financieros de una empresa.

Mostrar que la materia es eminentemente práctica pues toma ejemplos de la vida real de las empresas y los resuelve con la aplicación de los distintos métodos y técnicas de evaluación financiera, y se constituye en un insumo muy importante para la toma de decisiones financieras en una empresa.

Competencias

El estudiante conoce, maneja y aplica el instrumental matemático al análisis financiero de las empresas y/o proyectos de inversión, en empresas públicas, privadas o mixtas y utiliza las matemáticas financieras y las distintas técnicas de evaluación y análisis financiero en el análisis financiero de empresas y/o proyectos para las decisiones

Programa Sintético

Interés Simple, Descuento Bancario y Equivalencia Financiera. Interés Compuesto y Valuación de Bosques (nuda propiedad). Anualidades de Imposición. Anualidades de Amortización y Valuación de Minas (usufructo). Métodos de depreciación y Análisis de Reemplazo.

Contenidos analíticos

1. *Interés Simple:1.1* Concepto *1.2* Simbología *1.3* Fórmulas *1.4* Ejemplos numéricos *1.5* Aplicaciones del Interés Simple: a) En cuentas de ahorro b) En cuentas corrientes
2. *Descuento bancario:2.1* Concepto: La letra de cambio *2.2* Simbología *2.3* Fórmulas *2.4* Valor Nominal y Valor Efectivo *2.5* Ejemplos Numéricos *2.6* Equivalencia financiera: a) Cambio de un documento por otro b) Documento único
3. *Interés Compuesto:3.1* Concepto *3.2* Simbología *3.3* Deducción de las fórmulas *3.4* Ejemplos Numéricos *3.5* Descuento Compuesto
4. *NUDA propiedad (valuación de bosques):4.1* Concepto *4.2* Simbología *4.3* Fórmula de la Nuda Propiedad *4.4* Tasa efectiva del costo de oportunidad del dinero *4.5* Valor Actual Neto VAN *4.6* Tasa Interna de Retorno TIR
5. *Anualidades de Imposición:5.1* Anualidades de Imposición Constantes a) Fórmulas b) Problemas c) Cuadros de Movimiento de Fondos

   5.2 Anualidades de Imposición Variables a) En razón Geométrica b) En razón Aritmética c) Cuadros de Movimiento de Fondos
6. *Anualidades de Amortización:6.1* Sistema de Amortización Francés *6.2* Sistema de Amortización Americano *6.3* Sistema de Amortizaciónes Constantes con cuotas de amortización variables *6.4* Aplicaciones
7. *Usufructo (valuación de minas):7.1* Concepto *7.2* Simbología *7.3* Fórmula Del Usufructo *7.4* Tasa efectiva del costo de oportunidad del dinero *7.5* Valor Actual Neto VAN *7.6* Tasa Interna de Retorno TIR

8. *Métodos de depreciación:8.1* Métodos Proporcionales *8.2* Métodos de Reducción Uniforme *8.3* Métodos del Interés Compuesto *8.4* Anualidades Perpetuas y Costo Capitalizado
9. *Métodos de depreciación:9.1* Método del Fondo de Amortización y del Valor Residual *9.2* Método del Valor Presente del Valor Residual *9.3* Método de la Recuperación del Capital más interés *9.4* Problemas

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

La metodología es expositiva, prevaleciendo la participación del docente y la apropiación del contenido por parte del alumno se logra mediante la formulación y resolución de ejemplos numéricos aplicados a las actividades financieras de nuestro medio. En el curso del semestre, los estudiantes deben tomar un proyecto de inversión orientado al mercado para realizar su análisis financiero utilizando los distintos instrumentos impartidos en clase. Estos trabajos pueden ser presentados en grupos para su exposición. También, al finalizar cada tema se plantea problemas que deben ser resueltos por los estudiantes en su "cuaderno de prácticas", el mismo que es revisado en ocasión de los exámenes parciales.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3					4			5		

Bibliografía

[1] López Dumrauf, Guillermo, *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*, 2da edición, La Ley, Buenos Aires, 2006.

[2] Méndez Rojas, Vicente, *Matemáticas Financieras con Excel y Matlab*, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2003.

[3] Gil Peláez, Lorenzo, *Matemática de las Operaciones Financieras*, 2da edición, AC, Madrid, 1993.

[4] Cissel, Robert; Cissel, Helen y Flaspholer, David, *Matemáticas Financieras*, Continental, México, 1998

[5] Murioni, Oscar; Trossero, Ángel, *Manual de Cálculo Financiero*, Macchi, Buenos Aires, 1993.

[6] Di Vincenzo, Osvaldo, *Matemática Financiera*, Kapelusz, Buenos Aires, 1993.

[7] Ararat Días, Patrocinio (2003), *Matemática Financiera*, 1ra edición, Cúcuta, Universidad Francisco de Paula Santander

8.1.31. MAT-274: Teoría de Grafos Aplicada

Identificación

Asignatura:	Teoría de Grafos Aplicada
Sigla:	MAT–274
Area Curricular:	Modelización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Representar diversos problemas como grafos y resolver aplicando las propiedades de la teoría de grafos. Proponer algunas conjetura y contraejemplos pertinentes. Realizar modelización empleando grafos y resolver aplicando algún método apropiado.

Competencias

Representa diversos problemas de redes como grafos y resuelve con las propiedades de la teoría de grafos. Analiza y aplica los teoremas principales de la Teoría de Grafos. Investiga inductivamente propiedades y/o características nuevas en grafos. Propone conjeturas y contraejemplos pertinentes. Realiza modelización de manera pertinente y eficaz empleando grafos y sus propiedades. Resuelve problemas de otras áreas el concepto de grafos y sus propiedades.

Programa Sintético

Conceptos Fundamentales. Recorridos en Grafos. Árboles. Digrafos. Emparejamiento y Optimización. Coloreado de grafos. Descomposición de Grafos.

Contenidos analíticos

1. *Conceptos Fundamentales:1.1* Terminología, *1.2* Grafos conexos, *1.3* Distancia en grafos, *1.4* Grafos isomorfos, *1.5* Grafos usuales, *1.6* Representación matricial de grafos *1.7* Aplicaciones: Modelización mediante grafos, Problemas recreativos que se resuelven por grafos, Redes sociales, Conjuntos dominantes: el problema de la galería de arte.
2. *Recorridos en Grafos:2.1* Definiciones, *2.2* Grafos eulerianos, *2.3* Algoritmo de Fleury *2.4* Grafos hamiltonianos. *2.5* Aplicaciones: El problema del camino más corto, El problema del Cartero Chino, El Problema del vendedor ambulante.
3. *Árboles:3.1* Definiciones *3.2* Caracterizaciones y propiedades básicas, *3.3* Enumeración de árboles: Teorema de Cayley *3.4* Aplicaciones: Hidrocarburos saturados, Árboles de decisión, El problema del árbol expandido mínimo, Algoritmo de Kruskal, Reforzamientos de rejillas cuadriculadas.
4. *Digrafos:4.1* Definiciones, *4.2* Digrafos eulerianos y hamiltonianos, *4.3* Torneos, *4.4* Algoritmo del camino más corto de Dijkstra, *4.5* Matrices y conteo de caminos de longitud N, *4.6* Aplicaciones: Codigos Gray binarios, Cadenas de Markov, Ecología, Redes Sociales, Redes Eléctricas, Cuadriculando el cuadrado, Análisis de rutas críticas o método PERT.
5. *Emparejamiento y Optimización:5.1* Teoría de Emparejamiento, *5.2* El Teorema matrimonial de Hall *5.3* Aplicaciones del Teorema de Hall: Cuadrados latinos, *5.4* Redes de transporte: El Teorema del Corte mínimo y Flujo máximo
6. *Coloreado de Grafos:6.1* Mapas, Coloreado de mapas, *6.2* Coloreado de vértices, aplicaciones, *6.3* Coloreado de aristas, aplicaciones, *6.4* Teorema de Vizing, *6.5* Polinomios Cromáticos.
7. *Descomposición de Grafos:7.1* Tripletas de Steiner, *7.2* Descomposición en ciclos, *7.3* Teorema de Veblen.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4		5		6			7		

Bibliografía

[1] Robin J. Wilson, *Introducción a la Teoría de Grafos*, Ed. Alianza Editorial, Madrid, 1983.

[2] Arthur Benjamin, Gary Chartrand & Ping Zhang, *The Facinating World of Graph Theory*, Ed. Princeton University Press, USA, 2015

[3] Robin J. Wilson, Joan M. Aldous, *Graphs and Applications*, Springer Verlag, Londres, 2000

[4] Jonathan L. Gross, Jay Yellen, *Graph Theory and its applications*, Ed. Chapman & Hall CRC, 2005

[5] Gary Chartrand & Ping Zhang, *Chromatic Graph Theory*, CRC Press, USA, 2009

[6] Bela Bollobas, *Modern Graph Theory*, Springer Verlag, New York, 1999

8.1.32. MAT-283: Álgebra Abstracta Aplicada

Identificación

Asignatura:	Álgebra Abstracta Aplicada
Sigla:	MAT–283
Area Curricular:	Álgebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto o Sexto Semestre, Ciclo de Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–151
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objetivos

Desarrollar la teoría suficiente de Grupos, Anillos, Retículos y Polinomios para aplicar a la teoría de criptografía y de codificación.

Competencias

Comprende y demuestra las propiedades de teoría de grupos, homomorfismos, anillos y polinomios. Aplica y resuelve problemas teóricos y prácticos de la criptografía y de teoría algebraica de codificación.

Programa sintético

Teoría de Grupos. Introducción a la Criptografía. Teoría Algebraica de Codificación. Homomorfismos e isomorfismos. Anillos y Polinomios.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de Grupos:1.1* Grupos y Subgrupos *1.2* Grupos cíclicos, el método de cuadrados repetidos *1.3* Grupos de permutación, grupo dihedral *1.4* Cosets y el Teorema de Lagrange, Fermat y Euler
2. *Introducción a la Criptografía:2.1* Claves privadas *2.2* Claves públicas
3. *Teoría Algebraica de Codificación:3.1* Detección y corrección del error *3.2* Códigos lineales *3.3* Verificación pareada y generación de matrices *3.4* decodificación eficiente
4. *Homomorfismos e isomorfismos:4.1* Isomorfismos *4.2* Homomorfismos y subgrupos normales *4.3* Grupos de matrices y simetría *4.4* Grupos abelianos finitos *4.5* Acciones de grupos, teorema de conteo de Burnside *4.6* Teoremas de Sylow
5. *Anillos y Polinomios:5.1* Anillos e Ideales *5.2* Polinomios, algoritmo de la división, polinomios irreductibles *5.3* Dominios de integridad *5.4* Retículos y Algebras de Boole *5.5* Álgebra de circuitos eléctricos

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3					4			5		

Bibliografía

[1] Thomas W. Jusson, Sthepen F. (2009), *Abstract Algebra, Theory and Applications*, Autin State University.

Capítulo 9

Materias Electivas B

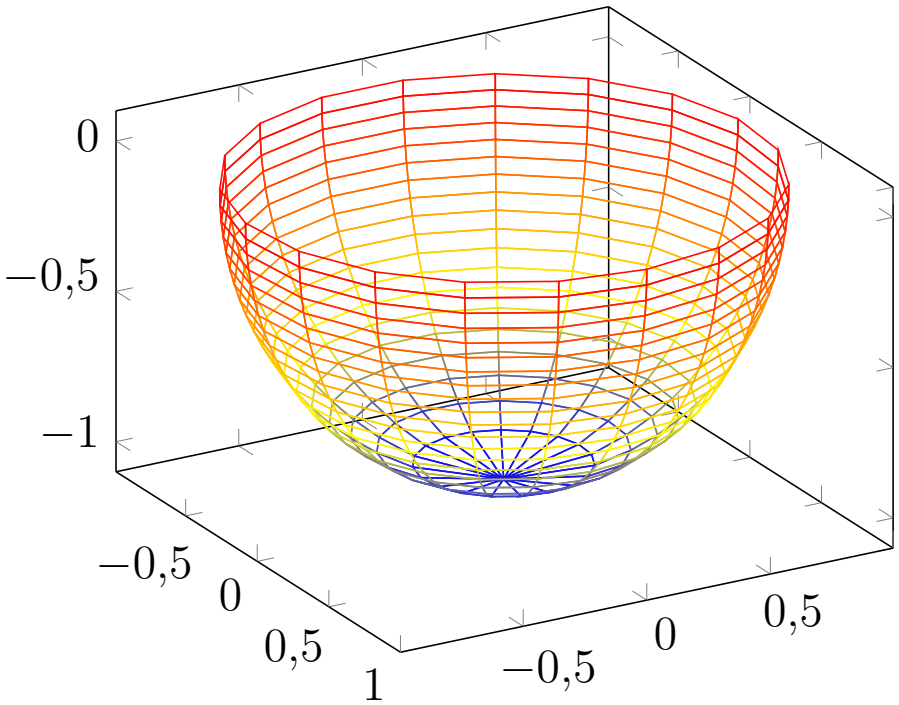

Figura 9.1: Semiesfera

Materias Electivas B:

MAT-392	Análisis Funcional
MAT-371	Algebra Conmutativa
MAT-381	Algebra Homológica
MAT-363	Topología Algebraica
MAT-372	Análisis Complejo II
MAT-375	Ecuaciones Diferenciales Parciales
MAT-385	Sistemas Dinámicos
MAT-383	Variedades Diferenciables
MAT-393	Topología Diferencial
MAT-374	Análisis Matricial
FIS-377	Física Moderna
FIS-387	Mecánica Cuántica
FIS-307	Tópicos de Física Matemática
QMI-212	Química Inorgánica II
QMI-222	Laboratorio Química Inorgánica II
QMF-313	Físicoquímica III
QMF-323	Laboratorio Físicoquímica III
QMC-305	Tópicos de Química Matemática
INF-271	Teoría de Sistemas y Modelos
INF-282	Especificaciones Formales y Verificación
INF-315	Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos
INF-351	Sistemas Expertos
INF-354	Inteligencia Artificial
INF-306	Tópicos de Computación Cientítica
ECO-224	Ecología I
ECO-241	Ecología II
BIO-308	Tópicos de Biomatemática
MAT-301	Tópicos de Algebra
MAT-302	Tópicos de Análisis
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología
MAT-378	Optimización Dinámica Aplicada
MAT-394	Modelos Matemáticos
MAT-386	Economía Matemática
MAT-377	Criptografia
MAT-374	Análisis Matricial
MAT-396	Teoría de Juegos
MAT-308	Tópicos de Optimización
MAT-304	Tópicos de Modelos Matemáticos

9.1. Materias electivas de nivel avanzado

9.1.1. MAT-392: Análisis Funcional I

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional I
Sigla:	MAT–392
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–252
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Discernir los espacios de Banach y de Hilbert, y demostrar el Teorema de Hahn-Banach y el teorema del Punto Fijo, y otros teoremas fundamentales. Desarrollar la teoría espectral para operadores lineales acotadas y contrastar con el espectro de operadores lineales en dimensión finita.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de espacios vectoriales normados, espacios de Banach y de Espacios de Hilbert. Resuelve problemas teóricos y prácticos de operadores continuos y la teoría espectral de operadores continuos y compactos.

Programa sintético

Espacios vectoriales normados, espacios completos o de Banach. Espacios euclidianos, espacios de Hilbert. Operadores continuos, funcionales. Teoremas fundamentales. Teoría Espectral de operadores continuos. Operadores compactos y su teoría espectral.

Contenidos analíticos

1. *Espacios vectoriales normados y Espacios de Banach:1.1* Espacios vectoriales normados. *1.2* Completitud. *1.3* Espacios de Banach. *1.4* Ejemplos. *1.5* Convergencia en norma.
2. *Operadores acotados:2.1* Operadores lineales. *2.2* Continuidad y acotación. *2.3* Funcionales lineales. *2.4* El espacio normado de operadores. *2.5* El espacio dual.
3. *Espacios euclidianos y Espacios de Hilbert:3.1* Espacios con producto interior. *3.2* Espacios de Hilbert. *3.3* Complementos ortogonales, Sumas directas. *3.4* Conjuntos y sucesiones ortonormales. *3.5* Conjuntos y sucesiones totales. *3.6* Series de Fourier generalizadas.
4. *Operadores en espacios euclidianos:4.1* Operadores entre espacios euclidianos y de Hilbert. *4.2* Teorema de Riesz de representación de funcionales en espacios de Hilbert. *4.3* Operadores autoadjuntos, unitarios, normales.
5. *Teoremas fundamentales:5.1* Teorema de Hahn-Banach, Espacios de Baire. *5.2* Teorema de Banach-Steinhaus, Teorema de la aplicación abierta. *5.3* Teorema del Grafo cerrado. *5.4* Espacios reflexivos. *5.5* La topología débil y *-débil, convergencia.
6. *Teoría espectral de operadores continuos:6.1* El resolvente. *6.2* El espectro puntual, continuo, residual. *6.3* La función resolvente. *6.4* Analiticidad de la función resolvente. *6.5* Compacidad del espectro. *6.6* El radio espectral. *6.7* Fórmula de Gelfand.
7. *Operadores compactos autoadjuntos, Teoría espectral:7.1* Operadores compactos autoadjuntos. *7.2* Propiedades. *7.3* Teoría espectral.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2				3						4				5		

Bibliografía

[1] Erwin Kreyzig, (1978), *Introduction to Functional Analysis width Applications*, John Willey & Sons. New York, USA.

[2] E. Lorch, (1962), *Spectral Theory*, Oxford University Press, NY.

[3] A. Taylor, (1958), *Introduction to Functional Analysis*, Willy, NY, USA.

[4] W. Rudin, (1973), *Functional Analysis*, McGraw-Hill Co. New York, USA.

9.1.2. MAT-371: Álgebra Conmutativa

Identificación

Asignatura:	Álgebra Conmutativa
Sigla:	MAT–371
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–251
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Lograr una rápida introducción en la materia, poniendo énfasis en módulos y localización. Se utilizan métodos elementales de Álgebra Homológica. Con ambas temáticas se abordará luego la Geometría Algebraica.

Competencias

Discierne las teorías de Módulos, Anillos Noetherianos y de Artin, y la teoría de la dimensión. Demuestra propiedades de anillos, módulos de fracciones.

Contenido

1. *Anillos e ideales.*
2. *Módulos, Anillos y Módulos de Fracciones.*
3. *Descomposición Primaria.*
4. *Dependencia Entera.*
5. *Condiciones de Cadena.*
6. *Anillos Noetherianos.*
7. *Anillos de Artin.*
8. *Anillos de Valoración Discreta y Dominios de Dedekind.*
9. *Completaciones y Teoría de la Dimensión.*

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3			4			5		6		7		8		9	

Bibliografía

[1] M.F. Atiyah y LG. Macdonald, *Introducción al Álgebra Conmutativa*, Ed. Reverté S.A.

9.1.3. MAT-381: Álgebra Homológica

Identificación

Asignatura:	Álgebra Homológica
Sigla:	MAT–381
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–251
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

1. A partir de un sólido dominio de los conceptos más generales de las estructuras básicas del Álgebra Abstracta; que garantizan profundidad teórica, perspectiva amplia y tratamiento riguroso, manteniendo un equilibrio en el énfasis de los aspectos conceptuales, lógicos, analógicos y denotacionales, es pertinente introducir al estudiante a áreas que lo aproximen a escenarios de investigación.
2. En este caso, el Álgebra Homológica abre las puertas de un estudio posterior más profundo de la homología, de la cohomología de grupos, de la teoría de representación de grupos y de la K-Teoría; todas ellas, áreas que comprenden temas de intensiva investigación actual.

Competencias

Estudia las categorías y funtores covariantes y contravariantes que constituyen un conocimiento importante en la formación final del matemático. Analiza y resuelve problemas de las cadenas en la homología.

Programa Sintético

Teoría de Módulos. Categorías y Funtores. Álgebra Homológica.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de Módulos:1.1* Módulos; Módulos como una acción sobre un grupo; Torsión; Módulos Divisibles; G-módulos Cruzados; Submódulos; Módulo cociente; Morfismos, Teorema de factorización por un epimorfismo; Correspondencia de imágenes; Sucesiones Exactas; S.E.C. Suma y Producto Directo; Propiedad Universal *1.2* Escisión y $\bigoplus$; Suma Directa Interna; Suma Directa y Torsión; $Hom\,(M,\ )$; $Hom\,(\ ,N)$, Propiedades Distributivas, Hom, Prod, $\bigoplus$; Hom y S.E.C. *1.3* Módulos Libres y Proyectivos; Propiedad universal; Construcción; Alternativas de definición para Módulos Proyectivos; Módulos Inyectivos *1.4* Producto tensorial *1.5* Propiedad Universal; Construcción; $\bigotimes$ y Hom, $\bigotimes$ y preservación de exactitud
2. *Categorías y funtores:2.1* Categorías y Funtores *2.2* Funtores Covariantes; Funtores Contravariantes; Categoría de Λ-Módulos Graduados *2.3* Transformaciones Naturales; Objetivo inicial; Objeto Terminal; Objeto Cero *2.4* Bifuntores *2.5* Subcategoría; Subcategoría Plena *2.6* Productos; Coproductos; Productos Fibrados *2.7* Categorías Abelianas
3. *Álgebra Homológica:3.1* Homología *3.2* Complejos de Cadenas; Módulo de Homología; Cadenas; Diferenciales; Ciclos y Bordes; Clases de Homología *3.3* El Funtor H_n; H_* *3.4* Cohomología
4. *Contenido adicional (extraordinario):4.1* Resoluciones; Presentaciones *4.2* TOR_n^{Λ} *4.3* EXT_{Λ}^n

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el

cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2								3					

Bibliografía

[1] Emilio Lluis Puebla, *álgebra Homológica, Cohomología de Grupos y K-Teoría Algebraica Clásica*, Addison-Wesley Iberoamericana.
[2] Mac Lane-Birkchoff, *Álgebra*.
[3] Rottman, *Homological Álgebra*, Monografía No.16 OEA.
[4] Cartan & Eilenberg, *Homological Algebra*.

9.1.4. MAT-363: Topología Algebraica

Identificación

Asignatura:	Topología Algebraica
Sigla:	MAT–363
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–253
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Establecer la primera relación importante entre el Álgebra y la Topología. Esta, permite deducir ciertas propiedades topológicas, a partir del comportamiento algebraico, de ciertos elementos asociados al espacio topológico considerado.

A partir de las propiedades algebraicas de grupo, del conjunto de clases de Homotopía de caminos cerrados; se logran establecer resultados netamente topológicos y netamente algebraicos. Por ejemplo, el teorema del punto fijo de Brower y el teorema fundamental del álgebra. Es más, con el estudio de las aplicaciones de recubrimiento, el teorema fundamental del levantamiento y los espacios de recubrimiento; se logra calcular el Grupo Fundamental y el espacio de recubrimiento universal de muchos espacios; logrando así, una primera clasificación de los espacios topológicos.

Competencias

Analiza las relaciones entre las áreas del Análisis, la Topología y el Álgebra. Estudia los nexos más sobresalientes entre éstas áreas, más precisamente establece los primeros nexos entre la Topología y el Álgebra.

Objeto de la Materia

Se trabaja sobre las componentes conexas por caminos de espacios topológicos, junto a las ideas propias de la teoría abstracta de grupos.

Analiza y demuestra las propiedades locales de curvas y superficies definidas por funciones diferenciables. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de curvas y superficies regulares, y resuelve problemas teóricos y prácticos de la geometría intrínseca con implementación computacional mediante un razonamiento deductivo, inductivo, por analogías o heurísticas apropiadas.

Programa Sintético

Homotopía, Grupo Fundamental y Espacios de Recubrimiento.

Contenidos analíticos

Primera Parte: GRUPO FUNDAMENTAL

1. *Homotopía:1.1* Aplicaciones Homotópicas. *1.2* Tipo de Homotopía. *1.3* Espacios Constráctiles. *1.4* Homotopía y extensión de aplicaciones. *1.5* Homotopía de pares y homotopía relativa.
2. *El Grupo Fundamental:2.1* Homotopía de caminos. *2.2* El grupo fundamental. *2.3* El homomorfismo inducido. *2.4* Espacios simplemente conexos. *2.5* Algunas propiedades del grupo fundamental.
3. *Ejemplos y Aplicaciones del Grupo Fundamental:3.1* El grupo fundamental del círculo. *3.2* El número de vueltas de una curva plana cerrada *3.3* El número de vueltas expresada como integral curvilínea *3.4* Espacios proyectivos reales. *3.5* Fibraciones y espacios proyectivos complejos. *3.6* Rotaciones en el espacio euclidiano. *3.7* El grupo fundamental de algunos grupos clásicos.

Segunda Parte: ESPACIOS DE RECUBRIMIENTO

4. *Espacios de Recubrimiento:4.1* Homeomorfismos locales. *4.2* Aplicaciones de recubrimiento. *4.3* Grupos propiamente discontinuos. *4.4* Levantamiento de caminos y homotopías. *4.5* Recubrimientos Diferenciables
5. *Recubrimiento y el Grupo Fundamental:5.1* La clase de conjugación asociada a un recubrimiento. *5.2* El teorema fundamental del levantamiento. *5.3* Homomorfismos entre recubrimientos. *5.4* Automorfismos de recubrimientos. *5.5* Grupos propiamente discontinuos vs. recubrimientos regulares. *5.6* Existencia de recubrimientos. *5.7* El grupo fundamental de una superficie compacta.
6. *Variedades Orientables y Recubrimiento Duplo Orientado:6.1* Orientación en en espacio vectorial *6.2* Variedades orientables *6.3* Grupos propiamente discontinuos de difeomorfismos *6.4* recubrimiento doble orientado *6.5* Relaciones con el grupo fundamental

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2								3					

Bibliografía

[1] Elon Lages Lima, (1993), *Grupo Fundamental y Espacios de Recubrimiento*, Proyecto Euclides, Rio de Janeiro.
[2] M. Zisman, *Topología Algebraica Elemental*, Paraninfo
[3] James R. Munkres, (1975), *Topology a First Course*, Prentice Hall, New Jersey.
[4] Czes Kosniowski, (1992), *Topología Algebraica* Reverte, Barcelona, España.

9.1.5. MAT-372: Análisis Complejo II

Identificación

Asignatura:	Análisis Complejo II
Sigla:	MAT–372
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–262
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar las funciones en el plano extendido. Funciones conformes, transformaciones de Möbius. El teorema de la función conforme de Riemann. El teorema de Caratheodory–Osgood. El teorema de Mittag-Leffler y la función de Weierstrass. Productos infinitos y el teorema de Weierstrass. Continuación analítica. Introducción alas superficies de Riemann. Aplicaciones a la física-matemática: Conducción de calor, electrostática e hidrodinámica. Transformada de Laplace, funciones de Bessel.

Competencias

Analiza y demuestra resultados de funciones en el plano extendido, funciones conforme y la transformación de Gauss. Realiza aplicaciones a la conducción del calor, electrostática e hidrodinámica. Demuestra el Teorema de Caratheodory–Osgood y el Teorema de Mittag–Leffler.

Contenido

1. *Teoría de funciones en el plano extendido.*
2. *Funciones conformes, Transformaciones de Möbius.*
3. *Teorema de Riemann de la función conforme.*
4. *Aplicaciones a conducción de calor, electrostática e hidrodinámica.*
5. *Teorema de Caratheodory–Osgood, Funciones conformes en polígonos.*
6. *Series de funciones meromorfas, El teorema de Mittag–Leffler.*
7. *Productos infinitos, El teorema de Weierstrass, La Función Gamma.*
8. *Expansiones asintóticas, La fórmula de Stirling y funciones Bessel.*
9. *Continuación analítica, Superficies de Riemann de funciones.*
10. *La transformada de Laplace y sus aplicaciones.*

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar

los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	

Bibliografía

[1] B. P. Palka, (1991), *An Introduction to Complex Function Theory*, Springer–Verlag.
[2] J. E. Marsden, (1973), *Basic Complex Analysis*, Ed. W.H. Freeman Co.
[3] S.G. Krantz, (1990), *Complex Analysis: The Geometric Viewpoint*, Mathematical Association of America.
[4] L.V. Ahlfors, (1966), *Complex Analysis*, McGraw-Hill.
[5] R. Remmert, (1991), *Theory of complex Funtions*, Springer–Verlag
[6] O. Foster, (1981), *Lectures on Riemann Surfaces*, Springer–Verlag.
[7] W. Rudin, (1963), *Real and Complex Analysis*, McGraw–Hill.
[8] C.A. Berenstein y R. Gay, (1991), *Complex Variables*, Springer–Verlag.

9.1.6. MAT-375: Ecuaciones Diferenciales Parciales

Identificación

Asignatura:	Ecuaciones Diferenciales Parciales
Sigla:	MAT–375
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–135
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son las ecuaciones diferenciales parciales.

Objetivos

Proveer al estudiante las técnicas necesarias para la formulación y solución de problemas que involucran Ecuaciones Diferenciales Parciales tanto en matemáticas como en otras ramas teóricas o aplicadas, e.g. Física o Ingeniería. Estudiar las ecuaciones de Laplace, Calor y Onda.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de ecuaciones diferenciables parciales. Aplica los resultados en la resolución de problemas y realiza implementaciones computacionales en caso de modelos np lineales.

Programa Sintético

Ecuaciones Diferenciales Parciales. Soluciones de Series. Series de Fourier.

Contenidos analíticos

1. *Ecuaciones Diferenciales Parciales:1.1* Curvas y superficies integrales de campos vectoriales. *1.2* Operadores lineales y ecuaciones lineales. *1.3* Teoría y aplicaciones de ecuaciones lineales y cuasilineales de primer orden. *1.4* Ecuaciones lineales con coeficientes en dos variables.
2. *Soluciones de Series:2.1* El teorema de Cauchy-Kovalevsky. *2.2* Ecuaciones de Matemáticas y Física (divergencia, calor, onda, Laplace). *2.3* La ecuación de calor y ecuaciones relacionadas. *2.4* El método de expansiones por eigenfunciones. *2.5* Fórmula de Green. Problemas de Sturm-Liouville. *2.6* Solución de problemas inhomogeneos.
3. *Series de Fourier:3.1* Teoremas de convergencia para expansiones por eigenfunciones más generales. *3.2* El Teorema de Parseval y convergencia media-cuadrada. *3.3* Existencia, unicidad y representación de soluciones. *3.4* La ecuación de onda y ecuaciones relacionadas. *3.5* Problemas en intervalos infinitos y semi-infinitos. *3.6* Problemas de valores iniciales-frontera con dos o más variables especiales. *3.7* La ecuación de Laplace y ecuaciones relacionadas. *3.8* Problemas especiales involucrando funciones de Bessel.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2								3					

Bibliografía

[1] E. C. Zachamanoglou y D.W. Thoe, (1976), *Introduction to Partial Differential Equation with Aplicationes*, Williams & Wilkins Co.

[2] P. W. Berg and J.L. McGregor, (1966), *Elementary Partial Differential Equations*, Holden-Day.

[3] Garabedian, (1964), *Partial Differential Equations*, Wiley.

[4] Sobolev, (1964), *Partial Differential Equations of Mathematical Physics*, Addison Wesley.

[5] L. Elsgolotz, (1969), *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Cálculo Variacional*, Ed. MIR.

9.1.7. MAT-385: Sistemas Dinámicos

Identificación

Asignatura:	Sistemas Dinámicos
Sigla:	MAT–385
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–242
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Establecer los conceptos y resultados básicos y generales de los sistemas dinámicos unidimensionales y en dimensión mayor estudiando la dinámica de algunos sistemas dinámicos clásicos que le permitirán al estudiante orientarse an algún tópico de su interés, inclusive en un posgrado.

Competencias

Discierne los modelos de Sistema Dinámicos en un espacio de estados y describe la dinámica del sistema bajo las sugerencias de Jacob Palis, Jean Joccoz, Welington de Melo, Marcelo Viana. Determina puntos fijos, atractores, repulsores y estudia comportamiento asintótico del sistema, variedades estable e inestable, hiperbolicidad, estabilidad, inestabilidad, etc.

Programa Sintético

Dinámica unidimensional. Dinámica en dimensión mayor.

Contenidos Analíticos

1. *Dinámica unidimensional:1.1* Sistemas dinámicos. *1.2* Definiciones básicas. *1.3* Hiperbolicidad. *1.4* La familia cuadrática. *1.5* Dinámica simbólica. *1.6* Conjugación topológica. *1.7* Caos. *1.8* Estabilidad Estructural. *1.9* Funciones en el círculo. *1.10* Difeomorfismos de Morse-Smale.
2. *Dinámica en dimensión mayor:2.1* Dinámica de funciones lineales. *2.2* La función de Horseshoe. *2.3* Automorfismos hiperbólicos torales. *2.4* Atractores. *2.5* Teorema de la variedad estable e inestable. *2.6* Resultados globales y conjuntos hiperbólicos *2.7* La bifurcación de Hopf. *2.8* La función de Henón.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones

computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1										2									

Bibliografía

[1] R. Devaney, (1989), *An Introduction to Dynamical Systems*, Addison-Wesley Publishing Co., USA
[2] R. Holmgreen, (1996), *A First Course in Discrete Dynamical Systems*, Springer-Verlag, USA.
[3] W. de Melo, V. Strein, (1993), *One-Dimentional Dynamics*, Springer-Verlag, USA

9.1.8. MAT-383: Variedades Diferenciables

Identificación

Asignatura:	Variedades Diferenciables
Sigla:	MAT–383
Area Curricular:	Topología y Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las Variedades diferenciables, Funciones y Campos de vectores.

Objetivos

Desarrollar la estructura de Variedad Diferenciable, que constituye un concepto central para diferentes áreas de la Matemática y de sus aplicaciones; incentivar en el estudiante la posibilidad de realizar una extensión de las propiedades de la Geometría Diferencial a una estructura abstracta, en el cual se encuentran inmersas los teoremas implícitos, el teorema de Witney, que permite observar a una variedad como un encajamiento dentro un espacio euclidiano.

Competencias

Analiza y demuestra resultados de Variedades Diferenciables y de sus aplicaciones. Estudia formas locales y la orientación de variedades, las particiones de la unidad y la métrica Riemanniana. Resuelve problemas teóricos y prácticos de la temática desarrollada.

Programa Sintético

Variedades Diferenciales. Aplicaciones Diferenciables entre variedades. Formas Locales. Orientación en variedades. Particiones de la Unidad. Métrica Riemanniana. El teorema de Encajamiento de Whitney.

Contenidos analíticos

1. *Variedades Diferenciales:1.1* Introducción *1.2* Variedades diferenciales
2. *Tensores y Formas Diferenciales:2.1* Haz tangente *2.2* Derivadas
3. *Formas Locales:3.1* Subvariedades *3.2* Teoremas implícitos *3.3* Campos de Vectores *3.4* Variedades de Recubrimiento *3.5* Variedades Cocientes
4. *Orientación en Variedades:4.1* Orientación en espacios Vectoriales *4.2* Variedades Orientables
5. *Particiones de la Unidad:5.1* Particiones de la Unidad.
6. *Métrica Riemanniana:6.1* Métrica Riemanniana
7. *Teorema de encajamiento de Whitney:7.1* Conjunto de medida cero *7.2* Teorema de encajamiento.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] F.W. Warner, (1983), *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*, Springer-Verlag.

[2] S. Lang, (1962), *Introduction to Differentiable Manifolds*, Interscience.

[3] W.M. Boothby, (1986), *An Introduction to Differentiable manifolds and Riemnnian Geometry*. Academic Press Inc. USA.

[4] E.L. Lima, (1973), *Variedades Diferenciáveis*, IMPA, Brasil.

[5] B. O Neill, (1983), *Semi-Riemannian Geometry*, Academic Press, Interscience, USA.

[6] L. Auslander y R. Mackenzie, (1977), *Introduction to Differentiable manifolds*, Dover Publications, NY, USA.

9.1.9. MAT-393: Topología Diferencial

Identificación

Asignatura:	Topología Diferencial
Sigla:	MAT–393
Area Curricular:	Topología y Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–253
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar las propiedades de las Variedad Diferenciable con borde, y extender las propiedades locales a propiedades globales, las cuales darán lugar a propiedades invariantes de espacios topológicos, más precisamente el concepto de diferenciabilidad, tales como el teorema Borsuk-Ulam, Teorema de Hopf Degree.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de la Geometría Diferencial. Obtiene resultados globales en las variedades con el concepto de transversalidad.

Programa Sintético

Variedades Diferenciales y Funciones Diferenciables. Transversalidad e Intersección. Teoría de Orientación e Intersección.

Contenidos analíticos

1. *Variedades Diferenciables:1.1* Transversalidad *1.2* Homotopía y estabilidad *1.3* Teorema de Sard *1.4* Función de Morse *1.5* Variedades encajadas
2. *Homotopía:2.1* Introducción *2.2* Homotopías en variedades diferenciables *2.3* Concepto de grado *2.4* Grado como razón entre volúmenes *2.5* Clasificación Homotópica de aplicaciones *2.6* 2.6. Variedades no orientables
3. *Campos Vectoriales:3.1* Teorema de Poincare y Brouwer. *3.2* El espacio fibrado tangente. *3.3* Transversabildad y sus aplicaciones. *3.4* La característica de Euler de una vartiedad. *3.5* La noción de grado local. *3.6* Índice de una singularidad aislada.
4. *Curvatura Integral:4.1* Introducción. *4.2* Curvatura Gaussiana de una hipersuperficie. *4.3* El grado de la aplicación normal *4.4* El teorema de la curva Íntegra.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar

los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2								3					

Bibliografía

[1] Elong Lages Lima, *Introducción a la Topología Diferencial*, IMPA – Brasil
[2] Jhon W. Milnor, *Topology From the Differentiable Viewpoint*, The university press of Virginia Charlottesville.
[3] V. Guillemin y A. Pollack, (1974), *Differential Topology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
[4] M.W. Hirsch, (1976), *Differential Topology*. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlin.
[5] S. Lang, (1962), *Introduction to Differentiable Manifolds*. Interscience, New York.

9.1.10. MAT-374: Análisis Matricial

Identificación

Asignatura:	Análisis Matricial
Sigla:	MAT–374
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar temas del Análisis Matricial relacionados con la descomposición de matrices, por una parte, y la sensibilidad de sus características intrínsecas, por otra; complementando dicho desarrollo con aplicaciones que muestren las potencialidades del análisis en el campo aplicado.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades especiales de matrices como inversas generalizadas, normas y cotas para los autovalores. Resuelve problemas teóricos y prácticos de de problemas de estabilidad y de matrices no negativas. Usa la computadora para verificar ciertas propiedades numéricamente.

Programa Sintético

Preliminares. Inversas generalizadas. Normas y cotas para autovalores. Teoría de perturbación. Problemas de Estabilidad. Matrices no negativas.

Contenidos Analíticos

1. *Preliminares:1.1* La descomposición LU *1.2* La descomposición QR *1.3* La desigualdad de Hadamard *1.4* Proyecciones *1.5* La descomposición de Schur *1.6* La forma canónica de Jordan

Inversas Generalizadas:*1.7* Teorema de Proyección. *1.8* Descomposición espectral. *1.9* La descomposición en valores singulares. *1.10* Pseudoinversa de Moore-Penrose. *1.11* Inversas Generalizadas.

2. *Normas y cotas para autovalores:2.1* Normas matriciales *2.2* Normas de matrices inducidas *2.3* El teorema de Geršgorin *2.4* El teorema de Schur
3. *Teoría de la Perturbación:3.1* Perturbaciones en la solución de ecuaciones lineales *3.2* Perturbación analítica
4. *Problemas de estabilidad:4.1* La teoría de estabilidad de Lyapunonov *4.2* Estabilidad con respecto a la circunferencia unitaria
5. *Matrices no negativas:5.1* Matrices irreducibles *5.2* Matrices no negativas e inversa de matrices no negativas *5.3* Los teoremas de Perron–Frobenius.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Hiai, F; Petz, D. (1998), *Introduction to matrix Analysis and Applications*, Springer-Verlag, 2014.
[2] P. Lancaster, M. Tismenetsky, (1998), *The theory of Matrices*, Academic Press Inc. New York
[3] G. W. Stewart, J. Sun, (1990), *Matrix Perturbation Theory*, Academic Press, Inc. San Diego
[4] F. R. Gantmacher, (1960), *The Theory of Matrices* Chelsea Publishing Company, New York

9.1.11. FIS-377: Física Moderna

Identificación

Asignatura:	Física Moderna
Sigla:	FIS–377
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	FIS–147
Carreras destinatarias:	Matemática, Física y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Presentar al alumno los conceptos básicos de las teorías relativas y cuántica, así como los métodos básicos de cálculo que utilizan las mismas.

Competencias

Discierne las propiedades de la teoría de relatividad y aplica los resultados para resolver problemas teóricos y prácticos de la teoría cuántica y de ecuaciones de Schrodinger.

Programa Sintético

Introducción a la Teoría de la Relatividad Especial. Bases experimentales de la Teoría Cuántica. Ecuaciones de Schrodinger.

Contenidos analíticos

1. *Introducción a la Teoría de la Relatividad Especial:1.1* Planteamiento de la Teoría *1.2* Confrontación entre los postulados clásicos y los relativistas *1.3* Transformaciones de Lorentz *1.4* Cinemática relativa *1.5* Espacio de Minkowsky *1.6* Dinámica relativista *1.7* Equivalencia de masa y energía *1.8* Energía umbral y creación de pares.
2. *Bases experimentales de la Teoría Cuántica:*Radiación del cuerpo negro y la catástrofe ultravioleta *2.1* El efecto fotoeléctrico y los modelos de luz *2.2* Los Espectros atómicos y la serie de Balmer *2.3* El modelo atómico de Bohr *2.4* Principio de De Broglie *2.5* El Principio de Heisenberg *2.6* La mecánica ondulatoria de Dirac *2.7* Funciones de onda y probabilidad de un sistema.
3. *Ecuaciones de Schrodinger:*Variables cuánticas y operadores *3.1* Casos estacionarios *3.2* Partícula libre potencial uniforme *3.3* Condiciones de normalización *3.4* Paquetes de onda *3.5* Autovalores *3.6* Valores de potencial *3.7* Caso unidimensional *3.8* Soluciones de la ecuación de Schrodinger para casos simples

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2						3							

Bibliografía

[1] R. Eisberg & R. Resnick, *Física Cuántica*, Ed. Limusa.
[2] Richtmayer, Kenneth & Cooper, *Introduction to Modern Physics*, McGraw Hill.
[3] Baiser, *Moder Physics*, McGraw Hill.
[4] R. Resnick, *Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad* Ed. Limusa.

9.1.12. FIS-387: Mecánica Cuántica

Identificación

Asignatura:	Mecánica Cuántica
Sigla:	FIS–387
Area Curricular:	Física
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	FIS–377
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Esta materia tiene como objetivo introducir a los estudiantes al formalismo de la materia cuántica, en particular se hará una introducción conceptual para entender los fundamentos de la mecánica ondulatoria y familiarizarse con el formalismo de Dirac, luego se usa este formalismo para estudiar diferentes sistemas físicos. Después de deducir los resultados mas importantes se analizan sus límites de validez para luego introducirse a la mecánica cuántica relativista.

Competencias

Comprende la mecánica cuántica desde el formalismo hasta una introducción a la mecánica relativista.

Programa Sintético

Introducción a la mecánica cuántica. Los fundamentos de la mecánica cuántica. Teoría del momento angular. Métodos aproximados. Teoría de la dispersión. Introducción a la mecánica relativista.

Contenidos analíticos

1. *Introducción a la mecánica cuántica:1.1* Óptica geometría *1.2* Ecuación de la eiconal *1.3* Ecuación de los rayos *1.4* Ley de Snell *1.5* Principio de Fermat del tiempo mínimo *1.6* Ecuaciones de Lagrange y Hamilton *1.7* Transformaciones canónicas *1.8* Teoría de Hamilton-Jacobi *1.9* Velocidad de fase y de grupo de las partículas *1.10* La ecuación de Shrodinger *1.11* Aplicaciones
2. *Los Fundamentos de la mecánica cuántica:2.1* Interpretación probabilística, Teorema de Ehhrenfest *2.2* Formulación matricial de la ecuación de Schrodinger *2.3* Enunciado de los postulados de la mecánica cuántica *2.4* Interpretación física *2.5* Representación de Schrodinger *2.6* Heisemberg y de interacción de las ecuaciones de evolución en la mecánica cuántica *2.7* El oscilador armónico *2.8* Ejemplos
3. *Teoría del momento Angular:3.1* Potenciales centrales *3.2* Momento angular y sus propiedades de conmutación *3.3* Autovalores y autovectores del momento angular orbital *3.4* Representaciones de los operadores del momento angular *3.5* Matrices de Pauli *3.6* Adición de los momentos angulares *3.7* Coeficientes de Clebsch-Gordan *3.8* Ejemplos
4. *Métodos aproximados:4.1* Teoría de las perturbaciones estacionarias no degeneradas y degeneradas *4.2* Teoría de las perturbaciones dependientes del tiempo *4.3* Método variacional *4.4* Ejemplos
5. *Teoría de la dispersión:5.1* Amplitud y sección de dispersión elástica *5.2* Aproximación de Born *5.3* Factores de forma *5.4* Ondas parciales *5.5* Dispersión bajas energías *5.6* ejemplos
6. *Introducción a la mecánica cuántica relativista:6.1* Ecuaciones de Klein-Gordon *6.2* Ecuación de Dirac *6.3* Covarianza de la ecuación de Dirac *6.4* Antipartículas, Helicidad *6.5* Conjugación de la carga *6.6* Partículas de masa cero *6.7* ejemplos

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Física, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] S. Borowitz, *Fundamentos de la Mecánica Cuántica.*
[2] Luis de la Peña, *Introducción a la Mecánica Cuántica.*
[3] J. Nogales y K Burgoa, *Apuntes de Mecánica Cuántica).*
[4] Cohen-Die-Lave, *Mecanique Quantique.*
[5] Levich, *Física Teórica*, Tomo III.

9.1.13. FIS-307: Tópicos de Física Matemática

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Física Matemática
Sigla:	FIS–307
Area Curricular:	Física Teórica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar teorías de interés de Física Teórica para complementar las teoría desarrolladas en las materias curriculares.

Competencias

Comprende los conceptos y leyes físicas y es capaz de explicar los fenómenos físicos con fundamentos matemáticos. Por su formación orientada en la área de Física Teórica puede integrar equipos multidisciplinarios de investigación junto a los profesionales físicos.

Programa Mínimo

El contenido de la asignatura cubrirá temas de Física Teórica que van más allá de las materias curriculares. El contenido específico será propuesto por el docente que desarrolla la materia y se anexará al presente documento.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de tóicos avanzados, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.14. QMI-212: Química Inorgánica II

Identificación

Asignatura	Química Inorgánica II
Sigla:	QMI–212
Area Curricular:	Química Inorgánica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar el comportamiento de átomos en la formación de moléculas en función de la teoría de grupos describiendo la estructura molecular y sus propiedades.

Competencias

1. Explica el comportamiento de los átomos en la formación de moléculas en función de la teoría de grupos.
2. Describe la estructura molecular y sus propiedades utilizando la teoría de grupos y las propiedades de la misma.
3. Describe e interpreta las propiedades de los compuestos de coordinación utilizando la teoría del campo de Ligandos.
4. Utiliza los conceptos de simetría para interpretar el comportamiento vibracional de las moléculas
5. Describe e interpreta las propiedades estereoquímicas de los compuestos inorgánicos a partir de los conocimientos básicos de estructura y reactividad.
6. Utiliza la química cuántica para interpretar la reactivad en compuestos químicos.

Contenido mínimo

1. *Simetría Molecular*
2. *Grupos Puntuales de Simetría*
3. *Representaciones de Grupos*
4. *Teoría de Grupos y Mecánica Cuantica*
5. *Aplicaciones: Teoría de Orbitales Moleculares*
6. *Aplicaciones: Teoría del Campo de los Ligandos*
7. *Aplicaciones: Vibraciones Moleculares*
8. *Aplicaciones de la Química Computacional en Química Inorgánica*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2		3			4			5		6			7			8	

Bibliografía

[1] Albert Cotton, La Teoria de Grupos Aplicada a la Química, Ed Limusa, México 1977
[2] Orchin and Jaffe, Symmetry, Ed. Wiley Intercience
[3] C. Phillips, Introduccion a La Cristalografia, Paraninfo S.A. 1978.
[4] Tálense, Exploitation Des Dones Cristalographiquea Structurales, Tomo I Y III, Publicación de CNRS
[5] Porcell K, and Kotz, J. Quimica Inorganica, 1979.
[6] Cox, P.A., The electronic Structura and Chemistry of Solids, 1987.
[7] Contton .A, Wilkinson F, Química Inorgánica Avanzada, Ed. Alambra, Mexico, 1989.
[8] K. Barnard, Quimica Inorganica, Ed. Urmo, España, 1979.
[9] Mark M. Jones, Elementary Coordination Chemistry,1971.
[10] B. N. Figgis, Introducction to ligand fields, 1976.
[11] http://www.chemistry.mcmaster.ca/~aph/chem1a3/lectures/lec04/lec04.ppt
[12] http://www.ce.berkeley.edu/~paulmont/CE60/atomic%20bonds/atomic%20bonds.ppt
[13] http://www.carleton.ca/~rburk/chem1000/power_point_files/lect4.ppt
[14] http://www.usd.edu/~gsereda/structure.ppt
[15] http://www.chm.ulaval.ca/~ttdang/chm10098/Molecules1.ppt
[16] http://www.rosemont.edu/root/main/uwc/current/academics/Chemistry.pdf
[17] http://www.uncp.edu/home/mcclurem/courses/chm226/introduction_Coordination_Chemistry.pdf

9.1.15. QMI-222: Laboratorio de Química Inorgánica II

Identificación

Asignatura	Laboratorio de Química Inorgánica II
Sigla:	QMI–222
Area Curricular:	Química Inorgánica
Tipo de Materia	Laboratorio
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	1 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	3 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar los experimentos en Laboratorio especializado para verificar las leyes químicas esteblecidas en teoría.

Competencias

1. Sintetiza compuestos inorgánicos a partir de un proceso de reflexión sobre las propiedades y características de las reacciones en química inorgánica.
2. Caracteriza química y estructuralmente compuestos inorgánicos a partir de técnicas espectroscópicas y termogravimétricas
3. Evalúa y caracteriza propiedades químicas y físicas de materiales y compuestos inorgánicos en su aplicación a la obtención de nuevos productos.

Contenido mínimo

Parte I: Elementos de los grupos de transición y sus propidades.

1. *Síntesis y caracterización de Hidróxidos*
2. *Síntesis y caracterización de Óxidos*
3. *Reacciones de metales de transición en disolución acuosa*
4. *Síntesis y caracterización de complejos metálicos de transición*

Parte II: Aplicación de la sintesis y caracterización de materiales a la industria.

5. *Caracterización de materia prima por técnicas espectroscópicas*
6. *Síntesis y caracterización de materiales cerámicos*
7. *Síntesis de materiales vítreos incoloros y coloreados*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son los experimentos de laboratorio del docente que utiliza recursos educativos demostrativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante informes de laboratorio (75 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3		4			5			6			7		

Bibliografía

[1] Adams y Raynor, Química Inorgánica, Prácticas Avanzadas, 1980.

[2] Marc Laffiti, "Curso de Química Inorgánica", ed. Alambra, 1977.

[3] Charles F. Baes, The hydrolysis of cations, 1974.

[4] M. Henry, J. P. Jolivet, J. Livages, Aqueous Chemistry of Metal Cations: Hydrolysis, Condensation and Coplexation, 2000.

[5] José Maria Fernández, El vidrio, Constitución, Fabricación y propiedades, 1997

[6] Willian L. Jolly, The synthesis and Characterization of Inorganic Compounds,1978.

[7] http://www.unine.ch/chim/chw/CC%20Neuch.html

[8] http://www.sci.uidaho.edu/geol478_578/PDF/Lectures/GEOL578-Lecture5.PDF

[9] http://www.chem.wisc.edu/~feldgus/511-S03-PS9-key.pdf

[10] http://www.scc.kyushu-u.ac.jp/Labos/Sakutai-E.html

[11] http://www.fcq.unc.edu.ar/inorganica/Quimica_Inorg\unhbox\voidb@x\bgroup\let\unhbox\voidb@x\setbox\@tempboxa\hbox{a\global\mathchardef\accent@spacefactor\spacefactor}\accent19a\egroup\spacefactor\accent@spacefactor\futurelet\@let@tokennica_Grupo%2015%20y%2016.ppt

[12] http://www.tecnun.es/asignaturas/quimica/Presentaciones%202004/SOLIDOS.ppt

[13] http://www.esi2.us.es/IMM2/practicas-pdf/Estructuras%20Cristalinas%20II.pdf

[14] http://www.trentu.ca/chemistry/chem323/lectures/323-solids.pdf

9.1.16. QMF-313: Fisicoquímica III

Identificación

Asignatura	Fisicouímica III
Sigla:	QMF–313
Area Curricular:	Físicoquímica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Estudiar los fundamentos de la teoría cinética molecular de gases y extender para otros sistemas.

Competencias

1. Conoce los fundamentos de la teoría cinética molecular de los gases y extiende esta teoría a otros sistemas.
2. Conoce los fundamentos básicos de la mecánica cuántica, la teoría del cuerpo negro, la cuantización de la energía y el principio de incertidumbre de Heinsenberg.
3. Conoce y aplica la ecuación de De Broglie de la relación onda-partícula.
4. Aplica la ecuación de Schrodinger a sistemas simples como la partícula en una caja, H2 y He.
5. Extiende la aplicación de la ecuación de Schrodinger a sistemas polielectrónicos.
6. Conoce los principios fundamentales de la espectroscopia atómica y molecular.
7. Aplica los fundamentos de la espectroscopia e interpreta los espectros atómicos y moleculares.

Contenido mínimo

1. *Teoría Cinético molecular de los Gases*
2. *Introducción a la mecánica cuántica*
3. *Espectroscopia atómica y molecular*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="6">1</td><td colspan="6">2</td><td colspan="8">3</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Atkins P. W., Fisicoquímica, Ed. Addison-Wesley Iberoamericána, 5ta Edición.

[2] Castellan, Fisicoquímica, Ed. , Ed. Addison-Wesley Iberoamericána 2da Edición.

[3] Klotz, Termodinámica Química.

[4] Levine I. N., Fisicoquímica, Ed. Mc Graw-Hill 4ta Edición.

9.1.17. QMF-323: Laboratorio de Fisicoquímica III

Identificación

Asignatura	Laboratorio de Fisicoquímica III
Sigla:	QMF–323
Area Curricular:	Fisicoquímica
Tipo de Materia	Laboratorio
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	1 por semana en una sesión
Horas Laboratorio:	3 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT-122
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Realizar los experimentos en Laboratorio especializado para verificar las leyes químicas esteblecidas en teoría.

Competencias

1. Es capaz de hacer mediciones de constantes espectroscópicas.
2. Aplica los fundamentos de la espectroscopia a la obtención e interpretación de espectros bajo diferentes técnicas espectroscópicas.
3. Conoce el principio de funcionamiento de los diferentes equipos utilizados en espectroscopia.
4. Conoce las instrucciones de funcionamiento de los diferentes equipos utilizados en espectroscopia.

Contenido mínimo

1. *Mediciones de constantes espectroscópicas*
2. *Obtención de espectros de distintos sistemas atómicos, moleculares con las diferentes técnicas espectroscópicas* (EAA, UV-VIS, IR-FT, RMN-FT, etc.)

Contenido Analítico

1. *Determinación de la Constante de Rydberg*
2. *El Efecto Fotoeléctrico*
3. *El Efecto Compton*
4. *Espectroscopia Infrarroja de Transformada de Fourier*
5. *Polarización de la Luz y Espectros Opticos de Polarizadores*
6. *Espectros de Rotacional - Vibracional de Moléculas Diatómicas*
7. *Espectroscopia Electrónica de Moléculas Aromáticas*
8. *Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear - FT*
9. *Momento Dipolar de Moléculas Polares*
10. *Fotólisis y Rendimiento Cuántico*
11. *Quenching de Fluorescencia Molecular*
12. *Luminiscencia Molecular*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son los experimentos de laboratorio del docente que utiliza recursos educativos demostrativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante informes de laboratorio (75 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Química, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11	12

Bibliografía

[1] I.N. Levine, Fisicoquimica, Ed. Mc. Graw - Hill, Bogotá 1978
[2] G.W. Castellan, Fisicoquimica, Addison - Wesley Iberoamericana, 2da. Edición, Wilmington, 1987.
[3] P.W. Atkins, Fisicoquimica, Addison Wesley Iberoamericana, 3a. Edición, Wilmington, 1991
[4] I.N. Levine, Quimica Cuantica, Ed. AC, Madrid 1977
[5] R. Chang, Principios Basicos De Espectroscopia Molecular, Ed. Del Castillo, Madrid, 1977
[6] C.N. Banwell, Fundamentos de Espectroscopia Molecular, Ed. Del Castillo Madrid,1977

9.1.18. QMC-305: Tópicos de Química Matemática

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Química Matemática
Sigla:	QMC–305
Area Curricular:	Química Teórica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar teorías de interés de Química Teórica para complementar las teoría desarrolladas en las materias curriculares.

Competencias

Comprende los conceptos y leyes químicas y es capaz de explicar las reacciones químicas con fundamentos matemáticos. Por su formación orientada en la área de Química Teórica puede integrar equipos multidisciplinarios de investigación junto a los profesionales químicos.

Programa Mínimo

El contenido de la asignatura cubrirá temas de Química Teórica que van más allá de las materias curriculares. El contenido específico será propuesto por el docente que desarrolla la materia y se anexará al presente documento.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de tópicos avanzados, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.19. INF-271: Teoría de Sistemas y Modelos

Identificación

Asignatura:	Teoría de Sistemas y Modelos
Sigla:	INF–271
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

El objetivo de la asignatura es desarrollar en el estudiante habilidades para la comprensión y solución de problemas de sistemas complejos a través del pensamiento sistémico y la construcción de modelos de simulación con el propósito de evaluar políticas para la toma de decisiones encaminadas al mejoramiento de los sistemas a través de la Dinámica de Sistemas.

Competencias

Comprende y construye modelos de dinámica de sistemas sigiendo un proceso de modelado adecuado resolver un problema de la realidad.

Contenido Mínimo

Fundamentos de Teoría General de Sistemas. Introducción a los sistemas. Modelos. Proceso de modelado. Introducción a la DS. Representación de Modelos de DS. Modelos de Dinámica de Sistemas.

Programa Sintético

1. *La Teoría General de Sistemas.1.1* Introducción. Necesidades de una Teoría de Sistemas *1.2* Conceptos, Características y Objetivos de la TGS. *1.3* Similitudes, Analogías e Isomorfismos. *1.4* Enfoque de Sistemas. *1.5* Aportes de la TGS.
2. *Introducción a los sistemas.2.1* El termino sistema. *2.2* Conceptos de sistemas. *2.3* Componentes de un sistema. *2.4* Sinergia y Recursividad. *2.5* Clasificación de Sistemas
3. *Modelos.3.1* Definición e importancia de un Modelo. *3.2* Elementos. *3.3* Modelos y Sistemas. *3.4* Modelos mentales y Modelos Formales. *3.5* Clasificación de los Modelos. *3.6* Simulación
4. *Proceso de Modelado.4.1* Definición del problema. *4.2* Descripción informal *4.3* Formalización del Modelo. *4.4* Modelado. *4.5* Diagramas Causales. *4.6* Elaboración Diagramas Causales. *4.7* Bucles de retroalimentación
5. *Introducción a la DS.5.1* Características Funcionales y Estructurales. *5.2* Evolución temporal de variables. *5.3* Historia de la DS. *5.4* Conceptos de DS. *5.5* Objetivos y Fundamentos de DS
6. *Representación de Modelos de DS.6.1* Elementos de un modelo de DS. *6.2* Patrones de Comportamiento. *6.3* Estructura del sistema. *6.4* Diagramas de Forrester. *6.5* Representación de Ecuaciones. *6.6* Bucles de retroalimentación positiva y negativa.
7. *Modelos de Dinámica de Sistemas.7.1* Etapas para la construcción de un modelo de DS. *7.2* Tabla de Variables. *7.3* Sistema de Ecuaciones. *7.4* Calibrado. *7.5* Análisis de Sensibilidad. *7.6* Evaluación del modelo

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="2">1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="3">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="4">6</td><td colspan="3">7</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Oscar Johansen Bertoglio, Introducción a laTGS, Limusa, Mexico, 1994
[2] Silvio Martinez, Dinámica de sistemas, Alianza Editorial, Espana 1986
[3] Stanislaw Rackynski, Simulación por computadora, Noriega Editores, Espana, 1993
[4] Ludwing Von Bertalanffy, Tendencias en la Teoría General de Sistemas, Limusa
[5] Ramiro Gallardo, Teoría General de Sistemas, Aplicación a la Informática, Umsa, 2006
[6] Anthony Starfield, How to model it. McGraw Hill, 1990.
[7] Peter Senge, La Quinta disciplina, Ed Granica.1999
[8] Javier Aracil, Dinámica de Sistemas, Alianza Universidad Textos S.A. 1997

9.1.20. INF-282: Especificaciones Formales y Verificación

Identificación

Asignatura:	Especificaciones Formales y Verificación
Sigla:	INF–282
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–151
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Que el estudiante desarrolle la verificación de códigos con estructuras de: asignación, decisión y cíclicas; con las metodologías de Floyd y Hoare. Representación de requisitos de sistemas mediante el lenguaje Z

Competencias

Comprende las lógicas clásicas, las espesificaciones formales y verificaciones.

Contenido Mínimo

Repaso de las lógicas clásicas. Especificación y verificación formal de programas. Transformador de predicados. Lenguaje Z.

Programa Sintético

1. *Logicas Clásicas.1.1* Lógica de Proposiciones *1.2* Lógica de Predicados
2. *Especificaciónes Formales y Verificaciónes.2.1* Sistema axiomático de programas *2.2* Nivel 1 de Especificación y Verificación *2.3* Nivel 2 de Especificación y Verificación
3. *Transformador de Predicados.3.1* Introducción, el transformador de predicados *3.2* Mecanismos de programación
4. *Lenguage Z.4.1* Esquemas *4.2* Conjuntos *4.3* Relaciones *4.4* Funciones *4.5* Sucesiones

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1					2					3					4				

Bibliografía

[1] Grassmann W. K., Matemática Discreta y Lógica.
[2] Alencar, Métodos Formales, Especificación y Verificación.
[3] Fundamentals of algebraic specification, Ehrig H. Mahr B.
[4] Partsch H.A, Specification and trasformation of programs.
[5] Tanja Voss, Métodos Formales...Especificación y Verificación.
[6] Hindley Roger, Introduction to combinatory and lambda calculus.

9.1.21. INF-315: Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos

Identificación

Asignatura:	Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos
Sigla:	INF–315
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Familiarizar a los alumnos con los problemas de seguridad en redes y las soluciones a los mismos basadas en criptografía y protocolos criptográficos, con especial atención a la sacurización de protocolos de Internet.

Competencias

Comprende la importancia de la seguridad de los sistemas informáticos frente a la vulnerabilidad que está expuesta todo sistema que está integrada a una red.

Contenido Mínimo

Criptografía. Servicios de seguridad electrónica. Seguridad en sistemas no conectados. Seguridad en redes TCP/IP. Protocolos seguros sobre TCP/IP.

Programa Sintético

1. *Criptografía.1.1* Introducción *1.2* Primitivas criptográficas *1.3* Criptografía simétrica (de clave secreta) *1.4* Criptografía asimétrica (de clave pública) *1.5* Funciones hash
2. *Servicios de seguridad electrónica.2.1* Confidencialidad *2.2* Autenticación *2.3* No repudio *2.4* Firma digital *2.5* Infraestructuras de clave pública *2.6* Autoridades de certificación y TTPs *2.7* Protocolos criptográficos
3. *Seguridad en sistemas no conectados.3.1* Autenticación *3.2* Gestión de claves *3.3* Intrusiones y su taxonomía *3.4* Servicios de seguridad de sistemas operativos
4. *Seguridad en redes TCP/IP.4.1* Conceptos de TCP/IP: direcciones, puertos, routing *4.2* Protocolos de Internet *4.3* Securización de protocolos: filtrado y tunelización. *4.4* Protocolos seguros sobre TCP/IP *4.5* Correo electrónico: S/MIME/ PEM, PGP *4.6* Seguridad Web: SSL/TLS y comercio electrónico seguro *4.7* Telnet seguro: SSH, túneles y port forwarding *4.8* IPsec, Kerberos y otros productos afines.

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="4">1</td><td colspan="4">2</td><td colspan="4">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="4">5</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Daniel J. Barret and Richard E. Silverman. SSH, The secure Shell: The definitive Guide.

[2] O?Reilly & Associates, Inc. 2001, William R. Cheswick, Steven M. Bellovin, and Aviel D. Rubi, Firewalls and Internet Security: Repelling the Wily acker, Addison-Wesley, reading, MA, USA, Second Edition, 2003.

9.1.22. INF-351: Sistemas Expertos

Identificación

Asignatura:	Sistemas Expertos
Sigla:	INF–351
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Aprender a modelar el conocimiento para aplicar estos conceptos en sistemas inteligentes. Desarrollar sistemas automatizados que suplanten al hombre siempre fue un anhelo de los investigadores en el campo de la informática, un gran logro fueron los sistemas expertos que simulan la forma de razonamiento de un experto humano con aplicaciones médicas, químicas, psicológicas, entre otras. Conocer las técnicas de representación del conocimiento humano y la simulación de razonamiento permite iniciar trabajos de investigación que luego podrían ser temas de tesis.

Competencias

Estudia la Historia de la Inteligencia Artificial y los Agentes inteligentes. Soluciona problemas mediante la búsqueda: amplitud, costo, profundidad, profundidad iterativa. Bidireccional. Implementa métodos de búsqueda respaldados con información: búsqueda por lo mejor, búsqueda A*, funciones heurísticas, búsqueda A*PI, búsqueda A*SRM. Desarrolla algoritmos de mejoramiento iterativo: búsqueda de ascenso a la cima, endurecimiento simulado. Juegos: poda alfa-beta, complejidad mini-max. Realiza la representación del conocimiento mediante: espacios euclidianos, lógica difusa, redes bayesianas.

Contenido Mínimo

Introducción. Espacio de Estados y Búsquedas. Juegos Inteligentes. Lógica Difusa. Redes Bayesianos. Agentes.

Programa Sintético

1. *Introducción.1.1* Historia de los SE *1.2* Avances de los SE *1.3* Aplicaciones de SE
2. *Espacio de Estados y Búsquedas.2.1* Búsquedas en amplitud y profundidad *2.2* Búsqueda a ciegas *2.3* Búsquedas informadas *2.4* Heurísticas
3. *Juegos inteligentes.3.1* Características de los Juegos *3.2* Espacio de soluciones *3.3* Búsquedas *3.4* MiniMax *3.5* Poda de árboles alfa, beta
4. *Lógica Difusa.4.1* Conjuntos difusos *4.2* Fusificación y defusificación *4.3* Aplicaciones en SE
5. *Redes Bayesianas.5.1* Revisión de probabilidades *5.2* Teorema de Bayes *5.3* Construcción de redes bayesianas *5.4* Algoritmos de propagación de probabilidades por la red *5.5* Aplicaciones en SE
6. *Agentes.6.1* Agentes inteligentes *6.2* Ranuras de relleno *6.3* Conductas *6.4* Aplicaciones de Agentes

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="3">1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="4">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="3">6</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Stuart Russell, 2002, Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno, Segunda Edición, Prentice Hall.

[2] Lahoz-Beltrá, Rafael. Bioinformática: Simulación, vida artificial e inteligencia artificial. Ediciones Díaz de Santos, 2010.

[3] Araujo, B. S. (2006). Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software Weka. ISBN, 10, 84-8322.

[4] Escolano Ruiz, F.; Rizo Aldeguer, R.; Compañia Rosique, P.; Cazorla Quevedo, Fundamentos De Inteligencia Artificial, 2006.

9.1.23. INF-354: Inteligencia Artificial

Identificación

Asignatura:	Inteligencia Artificial
Sigla:	INF–354
Area Curricular:	Ciencias de la Computación y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

El objetivo último de la Inteligencia Artificial es comprender y construir entidades inteligentes. Aunque desde luego, existen otros enuncidos como los siguientes:

Desarrollar una máquina inteligente capaz de aprender a través de la experiencia, reconocer las limitaciones de su conocimiento, exhibir verdadera creatividad, tomar sus propias decisiones e interactuar con el medio que la rodee mediante la lectura de datos y un modelo de comportamoento.

Hacer que las computadoras sean capaces de mostrar un comportamiento que sea considerado como inteligente por parte de un observador humano (Turing test).

Elevar el Coeficiente Intelectual de las máquinas (machine-IQ).

Desarrollar las capacidades de la computadora más allá de su uso tradicional actual.

Competencias

Capaz de analizar problemas y representarlos utilizando alguno de los formalismos de la Inteligencia Artificial (IA). Conoce los principales algoritmos y métodos de resolución de problemas de IA. Elige el algoritmo de resolución de problemas de IA más apropiado para un problema. Aplica los conceptos básicos de IA a problemas reales. Analiza los formalismos más utilizados de representación de conocimiento, junto a sus mecanismos de inferencia. Analiza las técnicas más utilizadas de búsqueda heurística. Aplica los conocimientos teóricos a problemas complejos.

Contenido Mínimo

Introducción. Espacio de Estados y Búsquedas. Juegos Inteligentes. Lógica Difusa. Redes Bayesianos. Agentes.

Programa Sintético

1. *Introducción a la Inteligencia Artificial.*
2. *Resolución de problemas y búsquedas.2.1* Representación de problemas *2.2* Búsqueda no informada *2.3* Búsqueda heurística: A*, IDA*, búsqueda local *2.4* Juegos: minimax, poda alfa-beta *2.5* Satisfaccion de restricciones
3. *Representación del conocimiento.3.1* Sistemas de producción *3.2* Representaciones estructuradas, Ontologías
4. *Sistemas Basados en el Conocimiento.4.1* Aquitectura *4.2* Los sistemas de producción en los SBC *4.3* Ingeniería del conocimiento, adquisición *4.4* Razonamiento Aproximado
5. *Tratamiento del lenguaje natural.5.1* Vision historica *5.2* Tratamiento por niveles del lenguaje natural *5.3* Formalismos logicos: Gramaticas de clausulas definidas Aplicaciones
6. *Introduccion al aprendizaje automatico.*

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas. Prácticas de laboratorio. Resolución de ejercicios y problemas. Lecturas, presentación y discusión de artículos científicos.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Informática, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="3">1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="4">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="3">5</td><td colspan="3">6</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Patrick Henry, 1994, Inteligencia Artificial, Addison-Wesley Iberoamericano S.A, Tercera Edición, Estados Unidos, ISBN 0-201-51876-7.

[2] Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, 1137-3601. Depósito Legal: V-169-1997. SPUPV-Nº Ref.: 2083 Edición Electrónica: ISSN: 1988-3064 UNED, Edita: Asociación Española para la Inteligencia Artificial-AEPIA (c) 1997.

[3] Nilson, N. J., Inteligencia Artificial, Mc Graw-Hill.

[4] Russell, S., Norving, P., Inteligencia Artificial Un enfoque moderno, Prentice Hall.

[5] Rich, E., Knight, K., Inteligencia Artificial, Segunda Edición, Mc Graw Hill.

[6] Fernandez, S., Gonzalez, J., Mira, J., Problemas resueltos de Inteligencia Artificial Aplicada Búsqueda y representación, Addison-Wesley.

[7] Rolston, D. W. Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, Mc Graw Hill.

9.1.24. INF-306: Tópicos de Computación Científica

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Computación Científica
Sigla:	INF–306
Area Curricular:	Computación Científica y Lógica Fuzzy
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar teorías de interés de Computación Científica para complementar las teoría desarrolladas en las materias curriculares.

Competencias

Comprende los conceptos y propiedades de computación científica y es capaz de explicar el análisis de sistemas con fundamentos matemáticos. Por su formación orientada en la área de Computación puede integrar equipos multidisciplinarios de investigación junto a los profesionales informáticos.

Programa Mínimo

El contenido de la asignatura cubrirá temas de Computación Científica que van más allá de las materias curriculares. El contenido específico será propuesto por el docente que desarrolla la materia y se anexará al presente documento.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de tópicos avanzados, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.25. ECO-224: Ecología I

Identificación

Asignatura	Ecología I
Sigla:	ECO–224
Area Curricular:	Biomatemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-132
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Dotar de los conceptos más avanzados sobre la ecología de poblaciones en aspectos teóricos y prácticos que tendrán su aplicación en el manejo y conservación de poblaciones en Bolivia.

Competencias

Entiende y aplica conceptos y técnicas de ecología, conociendo la influencia de los factores ambientales sobre la distribución y abundancia de los organismos, así como los procesos que generan la dinámica temporal y los patrones espaciales de las poblaciones.

Contenido mínimo

1. *1.1* Introducción a ecología. *1.2* Importancia y aplicación. *1.3* Conceptos básicos. *1.4* Evolución y ecología.
2. *2.1* Individuos y su hábitat. *2.2* Influencia de los factores ambientales sobre la distribución de los organismos (aspectos fisiológicos): Temperatura, altitud, humedad, salinidad, pH y potencial redox.
3. *3.1* Hábitat y Nicho ecológico
4. *4.1* Crecimiento, demografía y dinámica poblacional. *4.2* Poblaciones. *4.3* Estrategias de vida. Metapoblaciones
5. *5.1* Métodos de estudio de poblaciones

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas, prácticas de laboratorio y de campo, utilización de paquetes informáticos especializados, análisis de artículos científicos.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Biología, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3				4				5			

Bibliografía

[1] Begon, M., C. R. Townsend & J.L. Harper, 2006, Ecology: From Individuals to Ecosystems, 4th ed. Wiley & Sons.

[2] Gotelli, N.J. & A.M. Ellison, 2008, A primer of Ecology, 4th ed. Sinauer Associates.

[3] Krebs C.J, 2008, Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 6th ed. Benjamin Cummings.

[4] HanskiI, 1999, Metapopulation Ecology, Oxford University Press.

[5] Molles M, 2015, Ecology: Concepts and Applications, 7th ed. McGraw-Hill.

[6] Sutherland, W.J. 2006, Ecological Census Techniques: A Handbook. 2nd ed. Cambridge University Press.

9.1.26. ECO-241: Ecología II

Identificación

Asignatura	Ecología II
Sigla:	ECO–241
Area Curricular:	Biomatemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	ECO-224
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Dotar de los conceptos más avanzados sobre la ecología de comunidades en aspectos teóricos y prácticos que tendrán su aplicación en el manejo y conservación de comunidades y ecosistemasen Bolivia.

Competencias

Comprende y aplica conceptos y técnicas de ecología, conociendo la influencia de los factores que controlan la estructura y funcionamiento de las comunidades y ecosistemas.

Contenido mínimo

1. *1.1* Interacciones entre especies: Competencia, depredación y herbivoría. Parasitismo y parasitoidismo. *1.2* Comensalismo y mutualismo. *1.3* Facilitación
2. *2.1* Comunidades: Concepto de comunidad biológica. *2.2* Patrones y causas de biodiversidad. *2.3* Sucesión. *2.4* Redes tróficas (Top-down; Bottom-up).
3. *3.1* Métodos de descripción y estudio de las comunidades
4. *4.1* Ecosistemas: Conceptos sobre los ecosistemas. *4.2* Ciclos biogeoquímicos.
5. *5.1* Métodos de estudio de ecosistemas

Métodos y Medios Didácticos

Clases teóricas, prácticas de laboratorio y de campo, utilización de paquetes informáticos especializados, análisis de artículos científicos.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de servicio de la Carrera de Biología, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3				4				5			

Bibliografía

[1] Begon, M., C. R. Townsend & J.L. Harper, 2006, Ecology: From Individuals to Ecosystems, 4th ed. Wiley & Sons.

[2] Gotelli, N.J. & A.M. Ellison, 2008, A primer of Ecology, 4th ed. Sinauer Associates.

[3] Krebs C.J, 2008, Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 6th ed. Benjamin Cummings.

[4] Mittlebach, G.G., 2012, Community Ecology, Sinauer Associates, Inc.

[5] Morin, P.J., 2011, Community Ecology, Wiley-Blackwell, 2nd ed. Wiley-Blackwell.

9.1.27. BIO-308: Tópicos de Biomatemática

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Biomatemática
Sigla:	BIO–308
Area Curricular:	Biomatemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Pre–Requisitos Formales:	MAT–142
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar teorías de interés de Biomatemática para complementar las teoría desarrolladas en las materias curriculares.

Competencias

Comprende los conceptos y propiedades de biomatemática y es capaz de explicar los modelos biológicos con fundamentos matemáticos. Por su formación orientada en la área de Biomatemática puede integrar equipos multidisciplinarios de investigación junto a los profesionales biólogos medioambientales.

Programa Mínimo

El contenido de la asignatura cubrirá temas de Biomatemática que van más allá de las materias curriculares. El contenido específico será propuesto por el docente que desarrolla la materia y se anexará al presente documento.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Como materia de tópicos avanzados, esta materia no tiene auxiliar de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.28. MAT-301: Tópicos de Algebra

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Algebra
Sigla:	MAT–301
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo u Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-251
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar teorías de interés del área de Álgebra según disponibilidad de docentes de la Carrera como de los profesores invitados.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados del Álgebra avanzado. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos ilustrativos.

Programa

El programa de esta materia está sujeta a la disponibilidad de profesores con cierta especialización en el área de Algebra, o también puede ser desarrollado por algún profesor visitante o invitado, para que pueda desarrollar una temática de interés más allá de todas las materias del área de Algebra. Por lo que el contenido analítico como la bibliografía y los métodos de evaluación se presentará con anterioridad a la Comisión Académica de la Carrera para su aprobación. En general las características de esta materia seguirá siendo como de las otras asignaturas salvo una propuesta novedosa.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.29. MAT-302: Tópicos de Análisis

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Análisis
Sigla:	MAT–302
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar las teorías de interés del área de Análisis según disponibilidad de docentes de la Carrera como de los profesores invitados.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados del Análisis avanzado. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos ilustrativos.

Programa

El programa de esta materia está sujeta a cierta especialización en tópicos de análisis, que vaya más allá de los contenidos de las otras materias del área de análisis. Para el desarrollo del curso, el docente debe proponer el contenido analítico como la bibliografía y los métodos de evaluación a la Comisión Académica de la Carrera para su aprobación. En general las características de esta materia seguirá siendo como de las otras asignaturas salvo una propuesta novedosa.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.30. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Geometría y Topología
Sigla:	MAT–303
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-353
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar alguna teoría de profundización en el área de Geometría y Topología según el interés identificada por la dirección académica en acuerdo con un grupo de estudiantes y un docente que haya desarrollado alguna investigación en el área.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados de la Geometría y Topología avanzados. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos ilustrativos.

Programa

El programa analítico es presentado por el docente candidato a desarrollar este típico con un contenido que va mas allá de las materias de Geometría y Topología desarrollada hasta el séptimo semestre. Este programa es sometido a la Dirección Académica y éste autoriza su desarrollo en el siguiente periodo académico. En lo posible, salvo tópicos de interés general, la bibliografía debe contener material de publicación reciente.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El contenido está sujeta al plan de trabajo presentado para cubrir los objetivos planteados. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma del desarrollo de la materia.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Aplicaciones					

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.31. MAT-378: Optimización Dinámica Aplicada

Identificación

Asignatura:	Optimización Dinámica Aplicada
Sigla:	MAT–376
Area Curricular:	Optimización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–258
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Desarrollar una primera aproximación a la optimización dinámica, combinando el rigor de la presentación matemática con la intuición detrás de las aplicaciones más variadas.

Competencias

Analiza y deduce las propiedades de controlabilidad, el principio del máximo. Aplica los resultados de programación dinámica, y resuelve problemas teóricos y prácticos planteados en los textos de bibliografía.

Programa Sintético

Introducción. Controlabilidad. Control Lineal Óptimo. El Principio del Máximo. Programación Dinámica. Aplicación a Juegos Diferenciales.

Contenidos analíticos

1. *Introducción:1.1* Planteamiento del problema. *1.2* Ejemplos aplicados. *1.3* Una solución geométrica.
2. *Controlabilidad:2.1* Definiciones. *2.2* Controlabilidad de ecuaciones diferenciales lineales. *2.3* Observabilidad. *2.4* El Principio Bang-bang. *2.5* Aplicación a controles Bang-bang.
3. *Control Óptimo Lineal:3.1* Existencia de controles tiempo-óptimos. *3.2* El Principio del Máximo para controles óptimos lineales. *3.3* Ejemplos de aplicación.
4. *El Principio del Máximo:4.1* Cálculo de Variaciones. *4.2* Ecuaciones de Euler-Lagrange. *4.3* El Principio del Máximo de Pontryagin. *4.4* Ejemplos de aplicación. *4.5* El principio del Máximo y Condiciones de Transversalidad. *4.6* Más aplicaciones. *4.7* Principio de Máximo con restricciones de estado. *4.8* Más aplicaciones. *4.9* Demostración del Principio del Máximo.
5. *Programación Dinámica:5.1* El problema. *5.2* Derivación de la Ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman. *5.3* Ejemplos. *5.4* Relaciones con el principio del Máximo de Pontryagin. *5.5* Ejemplos de aplicaciones.
6. *Aplicación a Juegos Diferenciales:6.1* Definiciones. *6.2* Programación Dinámica y las Ecuaciones de Isaac. *6.3* Juegos y el Principio del Máximo. *6.4* Ejemplos de aplicaciones.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Evans, L. *An Introduction to Optimal Control Theory*, University of California, Berkeley, 2013.
[2] Zabczyk, J. *Mathematical Control Theory: An introduction*, Birkhauser, 1995.
[3] Leonov, G. *Mathematical Problems of Control Theory: An Introduction*, World Scientific Publishing Co, 2001.

9.1.32. MAT-394: Modelos Matemáticos

Identificación

Asignatura:	Modelos Matemáticos
Sigla:	MAT–394
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-254
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Que el estudiante desarrolle un modelo matemático aplicado, con el docente como facilitador, desde su concepción teórica hasta su aplicación práctica, pasando por su implementación computacional

Competencias

Desarrolla e implementa modelos matemáticos en todas sus facetas. Presenta sus resultados con todo el rigor científico del estudio y resolución de problemas teóricos o aplicados. Utiliza un lenguaje técnico apropiado para comunicar sus conclusiones a un público no matemático.

Contenido

1. *Introducción al modelado matemático:1.1* Introducción. *1.2* Identificación del modelo.
2. *El modelo:2.1* Contexto del modelo. *2.2* Fundamento teórico.
3. *Especificación Matemática*
4. *Resolución y calibración*
5. *Interpretación de resultados*
6. *chap Aplicaciones del Modelo*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Giordano, F.; Fox, W.; Horton, S. A first Course in Mathematical Modeling. 5th edition. Brooks/Cole Cengage Learning, 2014.
[2] Meerschaert, M. M. (2013). Mathematical modeling. Academic press.
[3] Sokolowsky, J.; Banks, C. Real-World applications in modeling and simulation. John-Wiley & Sons. 2012.
[4] Mesterton-Gibbons, M. *A concrete approach to mathematical modelling*, John-Wiley & Sons. 2007.
[5] Hosking, R.; Venturino, E, *Aspects of mathematical modelling*, Birkhauser Verlag AG. 2008.

Contenidos de Ejemplo

Por la naturaleza descrita de esta materia, en la práctica por el momento las areas donde se desarrollen los modelos matemáticos aplicados por la disponibilidad de los profesionales docentes con experiencia existentes en nuestro medio pueden ser en el area de:

Ciencias Sociales: Modelos Económicos como en Econometría; Ciencias Puras: Modelos en Física y Ecología; Tecnología: Modelos de distribución de Energía; Salud: Modelos Epidemiológicos.

Algunos contenidos de los mismos se tienen con la misma sigla y que podría generarse otros contenidos que satisfagan la descripción general de los objetivos y contenidos analíticos.

Ejemplo: Un contenido en el área de la aplicación a la Economía puede ser: Teoría de la Producción. Teoría del consumidor. Matriz de Insumo-Producto. Elementos básicos de macroeconomía. Modelo macro económico para el estudio de la pobreza. Modelo IMMPA. Implementación computacional del modelo. Calibración del modelo con datos reales. Solución base de un modelo. Simulación. Interpretación de resultados.

9.1.33. MAT-386: Economía Matemática

Identificación

Asignatura:	Economía Matemática
Sigla:	MAT–386
Area Curricular:	Economía Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–254
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Bajo el supuesto de agentes racionales, modelizar la conducta económica de consumidores y productores, primero por separado y luego en su interacción en el mercado hasta lograr un equilibrio de tipo walrasiano.

Competencias

Modeliza matemáticamente el comportamiento de agentes económicos, mostrando las importancia de los supuestos en términos de sus implicaciones económicas.

Programa Sintético

Preferencias del consumidor y utilidad. Teoría del consumidor. Equilibrio general Walrasiano en una economía de intercambio puro. Juegos en forma normal y equilibrio de Nash.

Contenidos analíticos

1. *Preferencias del consumidor y utilidad:1.1* Relaciones de preferencia. *1.2* Representación por una función de utilidad.
2. *Teoría del consumidor:2.1* Maximización de la utilidad y funciones de demanda ordinarias. *2.2* Minimización del gasto y demanda compensada. *2.3* Relación entre demanda ordinaria y compensada: La ecuación de Slutsky.
3. *Equilibrio general Walrasiano en una economía de intercambio puro:3.1* Demanda agregada. *3.2* Existencia de equilibrio competitivo. *3.3* Propiedades de bienestar del equilibrio competitivo.
4. *Juegos en forma normal y equilibrio de Nash*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el

cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3						4					

Bibliografía

[1] Chiang, A. and Weinwright, K, *Fundamental Methods of mathematical Economics*, McGraw-Hill, 2005.
[2] Lafuente, A., *Mathematical Methods and Models for economists*, Cambridge University Press, 2000.
[3] Vohra, R. *Advanced Mathematical economics*, Routledge, 2005.

9.1.34. MAT-377: Criptografía

Identificación

Asignatura:	Criptografía
Sigla:	MAT–377
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141 y MAT-120
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Los objetivos básicos que se pretenden son: Dotar al alumno de los conceptos básicos, mecanismos y técnicas necesarias para entender, desarrollar y aplicar la criptografía. Adquirir una formación en criptografía simétrica, asimétrica de clave publica.

Competencias

Estudia y fundamenta claves públicas de seguridad de información que se transfiere a través de redes informáticas ya que el uso generalizado de las computadoras y el advenimiento de la Internet lleva a la necesidad de enviar información confidencial financiera y de otro a través de canales públicos. Esto provocó un intenso desarrollo de la criptografía matemática, tanto simétrica y de clave publica. En la actualidad, la criptografía se ha convertido en esencial; como en transacciones bancarios, información de tarjetas de cr édito, etc. se envían a través de canales inseguros.

Objeto de la Materia

El objetivo de la materia es que los alumnos adquieran una formación en Criptografía.

Analiza y demuestra las propiedades locales de curvas y superficies definidas por funciones diferenciables. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de curvas y superficies regulares, y resuelve problemas teóricos y prácticos de la geometría intrínseca con implementación computacional mediante un razonamiento deductivo, inductivo, por analogías o heurísticas apropiadas.

Programa Sintético

Ideas básicas de criptografía. Criptosistemas Simétricos. Protocolos criptográficas, La criptografía de clave pública. Criptografía de curva elíptica.

Contenidos analíticos

1. *Ideas básicas de criptografía:1.1* Criptografía Matemática *1.2* Criptografía, Criptoanálisis y Criptosistemas *1.3* Breve historia de la criptografía *1.4* Cifrado y Teoría de Nú meros *1.5* Criptografía de claves públicas *1.6* Criptosistemas y el espacio de claves.
2. *Criptosistemas simétricos:2.1* Cifrado Mixto *2.2* Bloques Cifrados *2.3* Secuencias Cifrados *2.4* DES y AES
3. *Protocolos criptográficos:3.1* Funciones Hash Criptográficas *3.2* Esquema de Shamir.
4. *La criptografía de clave pública:4.1* Cifrado ElGamal *4.2* Cifrado por medio de RSA *4.3* Residuos cuadráticas y cifrado Rabin
5. *Criptografía de curva elíptica:5.1* La estructura de grupo de las curvas elípticas *5.2* Curvas elípticas sobre cuerpos finitos *5.3* Criptografía con curvas elípticas

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3						4			

Bibliografía

[1] Gilbert Baumslag, Benjamin Fine, Martin Kreuzer, Gerhard Rosenberger, *A Course in Mathematical Cryptography*, 2015.

[2] Jeffrey Hoffstein Jill Pipher Joseph H. Silverman, *An Introduction to Mathematical Cryptography*, 2008, Springer.

[3] Ariane M. Masuda Daniel Panario, *Tópicos de Corpos Finitos com Aplicações em Criptografia e Teoria de Códigos*, IMPA, 2007.

[4] Neal Koblitz, *Algebraic Aspects of Cryptography*, Springer-Verlag, 2004.

9.1.35. MAT-374: Análisis Matricial

Identificación

Asignatura:	Análisis Matricial
Sigla:	MAT–374
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Sexto o Séptimo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar temas del Análisis Matricial relacionados con la descomposición de matrices, por una parte, y la sensibilidad de sus características intrínsecas, por otra; complementando dicho desarrollo con aplicaciones que muestren las potencialidades del análisis en el campo aplicado.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades especiales de matrices como inversas generalizadas, normas y cotas para los autovalores. Resuelve problemas teóricos y prácticos de de problemas de estabilidad y de matrices no negativas. Usa la computadora para verificar ciertas propiedades numéricamente.

Programa Sintético

Preliminares. Inversas generalizadas. Normas y cotas para autovalores. Teoría de perturbación. Problemas de Estabilidad. Matrices no negativas.

Contenidos Analíticos

1. *Preliminares:1.1* La descomposición LU *1.2* La descomposición QR *1.3* La desigualdad de Hadamard *1.4* Proyecciones *1.5* La descomposición de Schur *1.6* La forma canónica de Jordan

Inversas Generalizadas:*1.7* Teorema de Proyección. *1.8* Descomposición espectral. *1.9* La descomposición en valores singulares. *1.10* Pseudoinversa de Moore-Penrose. *1.11* Inversas Generalizadas.

2. *Normas y cotas para autovalores:2.1* Normas matriciales *2.2* Normas de matrices inducidas *2.3* El teorema de Geršgorin *2.4* El teorema de Schur
3. *Teoría de la Perturbación:3.1* Perturbaciones en la solución de ecuaciones lineales *3.2* Perturbación analítica
4. *Problemas de estabilidad:4.1* La teoría de estabilidad de Lyapunonov *4.2* Estabilidad con respecto a la circunferencia unitaria
5. *Matrices no negativas:5.1* Matrices irreducibles *5.2* Matrices no negativas e inversa de matrices no negativas *5.3* Los teoremas de Perron–Frobenius.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Hiai, F; Petz, D. (1998), *Introduction to matrix Analysis and Applications*, Springer-Verlag, 2014.
[2] P. Lancaster, M. Tismenetsky, (1998), *The theory of Matrices*, Academic Press Inc. New York
[3] G. W. Stewart, J. Sun, (1990), *Matrix Perturbation Theory*, Academic Press, Inc. San Diego
[4] F. R. Gantmacher, (1960), *The Theory of Matrices* Chelsea Publishing Company, New York

9.1.36. MAT-396: Teoría de Juegos

Identificación

Asignatura:	Teoría de Juegos
Sigla:	MAT–396
Area Curricular:	Modelización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Séptimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–147
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

La Teoría de Juegos es un área de la matemática relativamente nueva, y ha concitado gran interés en las últimas décadas. Su propósito principal es el analizar la competición y cooperación en situaciones donde ha de interactuarse. Son bien conocidas sus aplicaciones a la economía, pero sus teoremas y métodos han resultado relevantes en varias otras áreas, entre las cuales cabe mencionar: ciencias políticas, psicología, mercadeo, biología, negociación y, en tiempos recientes, ciencias de la computación

Competencias

Comprende y emplea conceptos fundamentales referidos a Teoría de Juegos competitivos y cooperativos. Detecta situaciones en la vida real que involucran comportamientos estratégicos . Modeliza y resuelve problemas de la realidad empleando conceptos y métodos propios de la Teoría de Juegos.

Programa Sintético

Introducción. Teoría de Equilibrio de Nash. Ilustraciones de Equilibrio de Nash. Equilibrio en estrategias mixtas. Juegos extensivos con información perfecta.

Contenidos analíticos

1. *Introducción:1.1* ¿Qué es la Teoría de Juegos? *1.2* Juegos y soluciones *1.3* Árbol de un Juego. *1.4* Juegos matriciales de dos personas: Nim, Ruleta Rusa, Pares e Impares. *1.5* Comportamiento Racional.
2. *Teoría de Equilibrio de Nash:2.1* Juegos de Estrategia, *2.2* El Dilema del Prisionero, *2.3* Emparejando monedas *2.4* Cacería del ciervo, *2.5* Equilibrio de Nash, *2.6* Ejemplos del Equilibrio de Nash, *2.7* Funciones de mejor respuesta.
3. *Ilustraciones de Equilibrio de Nash:3.1* Modelo de Cournot de Oligopolio, *3.2* Modelo de Bertrand de Oligopolio, *3.3* Competición Electoral, *3.4* Subastas (desde Babilonia hasta eBay)
4. *Juegos extensivos con información perfecta:4.1* Introducción, *4.2* Juegos extensivos, *4.3* Estrategias y resultados, *4.4* Equilibrio de Nash, *4.5* Equilibrio Perfecto de Subjuegos, *4.6* Inducción Regresiva, *4.7* Ilustración: El Juego del Ultimátum.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3						4				

Bibliografía

[1] Martin J. Osborne, *An Introduction to Game Theory*, Oxford University Press, Canada ,2000
[2] Emmanuel N. Barron, *Game Theory, an introduction*, John Wily & Sons, USA 2008.
[3] Vladimir Mazalov, *Mathematical Game Theory and Applications*, Ed. Wiley, United Kingdom. 2014.
[4] Ken Binmore, *Playing for Real, a text on Game Theory*, Oxford University Press . Inglaterra, 2007
[5] William Spaniel, *Game Theory 101, The Complete Textbook*, Create Space Independent Publishing Platform, 2011.

9.1.37. MAT-308: Tópicos de Optimización

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Optimización
Sigla:	MAT–308
Area Curricular:	Optimización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-258
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar las teorías de interés del área de optimización según disponibilidad de docentes de la Carrera o de profesores invitados.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos de las aplicaciones mediante una implementación computacional apropiadas.

Programa

El programa de esta materia está sujeta a cierta especialización en tópicos de optimización, que vaya más allá de los contenidos de las otras materias del área de optimización. Para el desarrollo del curso, el docente debe proponer el contenido analítico como la bibliografía y los métodos de evaluación a la Comisión Académica de la Carrera para su aprobación. En general las características de esta materia seguirá siendo como de las otras asignaturas salvo una propuesta novedosa.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Ciclos de Análisis del Modelo–Resolución–Interpretación																			

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

9.1.38. MAT-304: Tópicos de Modelos Matemáticos

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Modelos Matemáticos
Sigla:	MAT–304
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Horas Laboratorio	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT-254
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Reunir la teoría matemática, teoría pertinente del tema al que se aplica y datos reales en un modelo matemático aplicado y estudiar con profundidad un aspecto concreto de la realidad. Se pretende que el estudiante participe de la experiencia del docente en temas de matemática aplicada a la solución de problemas reales o teoría de modelos matemáticos relativamente complejos. El uso de datos reales es importante, así como también el uso de la computadora para la implementación, solución y la realización de simulaciones con el modelo. Finalmente debe señalarse que esta materia dará oportunidad al estudiante de abordar un problema, entender la teoría no matemática pertinente, usar la teoría y resultados matemáticos necesarios, formular el modelo, formalizarlo e implementarlo en lenguaje computacional, recolectar los datos necesarios, estimar parámetros y funciones del modelo, si es necesario calibrar el modelo, resolver el modelo, aplicar el modelo a través de ejercicios de simulación y, finalmente interpretar resultados.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades inherentes a los tópicos desarrollados. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de casos, y resuelve problemas teóricos y prácticos de las aplicaciones mediante una implementación computacional apropiadas.

Contenidos analíticos

1. Descripción del Problema
2. Contextualización del Modelo en una Teoría no Matemática
3. Desarrollo de la Teoría no Matemática necesaria para entender el modelo en un contexto teórico apropiado
4. Presentación ordenada de la Teoría Matemática necesaria para abordar el problema
5. Especificación y Formalización del Modelo
6. Implementación computacional del modelo
7. Calibración del Modelo
8. Solución del Modelo
9. Aplicación del Modelo a través de simulaciones
10. Interpretación de resultados

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior. La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, en este caso comprenderá la elaboración de un proyecto mas algunos exámenes teóricos pertinentes de acuerdo a la naturaleza del modelo abordado.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Auxiliatura de docencia

Las materias del ciclo intermedio y de orientación no tienen auxiliatura de docencia. Los trabajos prácticos realizados en la materia son monitoriados por el mismo docente.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Ciclos de Formulación del Modelo–Resolución–Interpretación																			

Bibliografía

Los textos y artículos de referencia serán presentados en el plan de trabajo preparado por el docente de la materia en función de los tópicos a desarrollar.

Contenidos de Ejemplo

Por la naturaleza descrita de esta materia, en la práctica por el momento las areas donde se desarrollen los modelos matemáticos aplicados por la disponibilidad de los profesionales docentes con experiencia existentes en nuestro medio pueden ser en el area de:

Ciencias Sociales: Modelos Económicos como en Econometría; Ciencias Puras: Modelos en Física y Ecología; Tecnología: Modelos de distribución de Energía; Modelos Epidemiológicos.

Algunos contenidos de los mismos se tienen con la misma sigla y que podría generarse otros contenidos que satisfagan la descripción general de los objetivos y contenidos analíticos.

Ejemplo: Un contenido en el área de la aplicación a la Economía puede ser: Teoría de la Producción. Teoría del consumidor. Matriz de Insumo-Producto. Elementos básicos de macroeconomía. Modelo macro económico para el estudio de la pobreza. Modelo IMMPA. Implementación computacional del modelo. Calibración del modelo con datos reales. Solución base de un modelo. Simulación. Interpretación de resultados.

Capítulo 10

Organización del Proceso Curricular

10.1. Número de semanas lectivas por año

Conforme a las políticas académicas de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, el número de semanas lectivas por semestre son 20 semanas calendario con una holgura de 2 semanas para cubrir los feriados o posibles suspensiones imprevistas, quedando una efectividad de por lo menos 18 semanas efectivas. Por tanto, el número de semanas lectivas por año son 40, que se cubre el aproximadamente 5 meses, quedando las restantes semanas para desarrollar cursos de temporada.

10.2. Número de horas lectivas por semana

Como ocurre en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, el número de horas lectivas por semana son:

Horas Teóricas	4 por semana
Horas Practicas	2-20 por semana
Horas Laboratorio	2-4 por semana
Horas de Estudio	2 a 20 por semana

Las horas prácticas y de laboratorio varían según la naturaleza y la complejidad de la materia.

10.3. Total de horas planificadas

Conforme a la tabla de horas calculadas en la Tabla 3.10 de la Sección 3.17.1, se tiene un mínimo de 5120 horas reloj para la Licenciatura de 8 semestres dividida en 2480 horas teóricas, 2000 horas prácticas y 640 de Laboratorio.

10.4. Carga de horas académicas

En la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, cada hora académica es igual a hora reloj, de modo que el total de carga de horas académicas es exactamente igual a lo descrito en las secciones anteriores.

10.5. Carga horaria en actividades de investigación, laborales y efectivas

Si bien cada materia de acuerdo a su complejidad demanda al estudiante una carga horaria de investigación en la Biblioteca o en el Internet, el número de horas de esta actividad es solamente nominal, no contabilizada en la carga horaria total. Por la naturaleza de las materias teóricas de la Licenciatura en Matemática Pura, no existe formalmente las cargas horarias laborales, excepto en aquellas materias para los cuales se pueda hacer algún convenio con las empresas una modalidad de pasantía para que los estudiantes puedan desarrollar actividades de investigación y por ente tener una cierta carga horaria laboral.

10.6. Sistema de Créditos: Homogenización con otras Universidades

Conforme a las cargas horarias establecidas en el Pensum de Licenciatura, Tabla 3.11, en algunas Universidades internacionales la conversión al sistema de créditos es de cada 15 horas equivale a un crédito, de modo que la materia de Álgebra I que tiene una carga horaria de 120 horas en el semestre equivaldría aproximadamente a 8 créditos. Sin embargo, otras universidades del extranjero hacen la conversión de cada 30 horas académicas por 1 crédito. Como ejemplo ver Figura 10.1

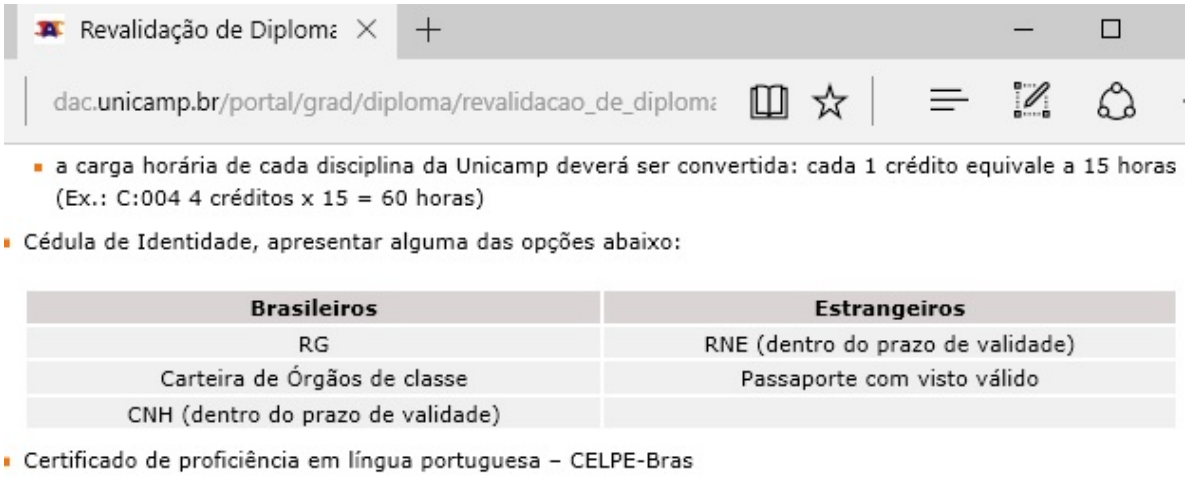

Figura 10.1: Criterio de conversión créditos a horas en UNICAMP

10.7. Número de alumnos por clases teóricas y prácticas

El número de alumnos por materias es variable de acuerdo al nivel semestral y es muy variada en las materias de servicio como se muestra en la Tabla 10.1

Materias Básicas de Servicio	200
Materias intermedias de Servicio	100
Materias Básicas de Especialidad	50
Materias del Ciclo Intermedio	10-30
Materias del Ciclo de Orientación	5-10

Tabla 10.1: Distribución de alumnos promedio por materia

10.8. Instrumentos de Seguimiento y Evaluación del Plan y de la Postformación

El currículo debe ser considerado como algo dinámico, Diaz-Barriga [7], pues está basado en necesidades cambiantes y en avances disciplinarios que son continuos. Esto implica que de manera permanente el plan curricular debe ser revisado y evaluado según indicadores de calidad.

Evaluar el currículum desde una perspectiva global como la que se propone, es una tarea compleja que implica no sólo hacerlo desde sus aspectos explícitos y objetivables como formato, modos de desarrollo y concreción, sino también en cuanto a sus supuestos básicos que fundamentan y otorgan sustentabilidad a la propuesta curricular.

Es preciso destacar que las tradiciones en evaluación que siguen impregnando las prácticas educativas se han encargado de transformar una cuestión fundamental, con fuerte carga ética y política, en una cuestión preponderantemente técnica y administrativamente viable, restándole espacio a un debate profundo que atienda a las posibilidades formativas que realmente debe tener la evaluación, si es que a través de la misma se logra obtener información válida y que pueda ser adecuadamente valorada y utilizada.

Una vez definido los objetivos generales y específicos de la evaluación curricular, se debe delimitar claramente los alcances y limitaciones de la evaluación. En la parte metodológica, Diaz-Barriga [7], plantea tres indicadores cualitativas

Indicadores de Evaluación

Eficiencia = $\frac{\text{Producto}}{\text{costo}}$
Eficacia = Propósitos - Logros
Efectividad = Necesidades - Satisfactores o Problemas - Soluciones

Luego éstos indicadores pueden ser interpretados según los tipos de evaluación curricular propuesta el esquema de la Figura 10.2.

A continuación se exponen los criterios desarrollados por Glazman y de Ibarrola[8] para valorar internamente la eficiencia del curriculum. Los criterios principalmente pedagógicos son:

1. Congruencia del Plan: Estudio de equilibrio y la proporción de los elementos que lo integran, para lo cual se analizan los objetivos tanto global como de diferentes niveles.

2. Viabilidad del Plan: Estudio de recursos existentes, para lo cual se requiere

   2.1) Elaborar un inventario de recursos de la institución y analizar su operación.

   2.2) Cotejar los recursos con los objetivos definidos.

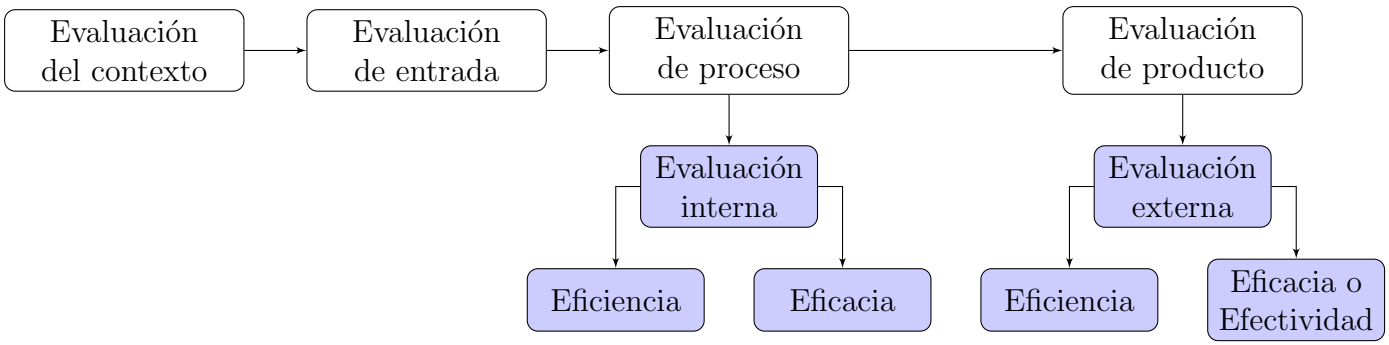

Figura 10.2: Tipos de evaluación curricular

3. Continuidad del Plan: Se evalúa también la integración del Plan, se pretende determinar la relación entre los objetivos de las materias y posteriormente establecer su interrelación con todos los objetivos del Plana.

4. Vigencia del Plan: La vigencia estárelacionada con la permanencia del estudiante que se forma con un plan de estudios vigente y éste tiene derecho a concluir su profesionalización con el plan que ingresó. Luego de ese periodo, necesariamente la vigencia del plan debería ser avaluada globalmente para dar paso a una actualización o renovación.

Con respecto a la evaluación interna de la eficiencia del currículo, Arredondo [5] propone que el indicador más importante es el rendimiento académico del alumno con respecto al Plan de Estudios, para lo cual se debe medir

1. determinación de índices de deserción, reprobación, aprobación y promedios generales de los objetivo terminados por materias y áreas de estudios clasificados por semestre, sexo, generación, etc.

2. Análisis de áreas curriculares y conceptuales en relación con el rendimiento académico de los alumnos y los procedimientos y los materiales educativos.

3. Análisis de la labor de los docentes en relación a sus características y el rendimiento académico del alumno.

4. Análisis de evaluación del aprovechamiento académico a partir de los tipos de evaluación de aprovechamiento escolar empleados y el nivel de participación estudiantil en las mismas.

La evaluación externa del currículo se refiere principalmente al impacto social que puede tener el graduado. Al evaluar la eficacia externa o la efectividad del currículo, los aspectos principales pueden ser

1. Análisis de los graduados y sus funciones profesionales. Con este análisis se busca determinar que tipo de funciones profesionales desempeñan realmente los egresados.

2. Análisis de los graduados y de los mercados de trabajo. es indispensable determinar los tipos de áreas y sectores en los que los graduados están trabajando.

3. Análisis de la labor del graduado a partir de su intervensión en la solución real de las necesidades sociales y los problemas de la comunidad para los que fue diseñada el programa de formación.

otros criterios de evaluación: La eficiencia de un Plan de estudios se puede medir también del nivel de competitividad en los exámenes de competencia de Auxiliares de Docencia.

También se puede hacer una encuesta anual a los estudiantes cursantes de las materias a fin de evaluar dinamicamente el desempeño del Plan para evaluar especialmente la coherencia de los contenidos de las asignaturas.

Otro indicador será el ingreso de los graduados de este Plan en los cursos de postgrado tanto nacional como internacional y el número posgraduandos que culminan sus cursos exitosamente.

Valiables de evaluación sugerida:

Variables de conducta: Afectivo, Psicomotor y Cognoscitivo.

Variables de Educación: Contenido, Método, Organización y costos.

Variables de Población: Estudiantes, Docentes, Administrativos, Especialistas Educativos, Familia y Comunidad.

En realidad se puede hacer el cruce de este grupo de variables a fin de descubrir ciertas asociaciones entre las variables. Para mas detalles de la evaluación continua del curriculo se puede seguir las sugerencias de Díaz-barriga [7], donde se describen las actividades a seguir tanto para la evaluación interna como para la evaluación externa.

Capítulo 11

Infraestructura y Equipamiento

11.1. Aulas para sesiones teóricas y prácticas

Pese a que la Carrera de Matemática no tiene un edificio propio asignado por la universidad, así como las oficinas administrativas funciona el el Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, las aulas para las materias de especialidad y de servicio se encuentran en el mismo edificio y algunas otras aulas adicionales como se muestra en la Tabla 11.1 y en la Figura 11.1.

Aula	Capacidad
04-02-08	80
04-02-09	90
04-01-12A	40
04-01-12B	40
Pabellón E	120

Tabla 11.1: Aulas exclusivas de la Carrera de Matemática

Eventualmente se utilizan otros ambientes como la sala SD1 y SD2 y la sala de seminarios de Cota-Cota.

Figura 11.1: Algunas aulas de Matemática

11.2. Tecnología Audiovisual

Algunas aulas de clases están equipadas con DataShow y Ekran para la proyección de recurso audiovisuales que permiten desarrollar las materias con el uso de resursos TIC en la enseñanza de la Matemática en todos los niveles. Sin embargo, existe una cantidad suficientes de Laptops y DataShow portátiles para desarrollar las clases con recursos TICs, ver Figura 11.2.

Por otra parte, la Carrera de Matemática también cuenta con Televisores de tamaño grande tanto en predio central como en Cota-Cota donde se pueden mostrar videos u otros recursos audiovisuales.

En los ambientes de Cota-Cota la Carrera también cuenta con una pizarra digital donde el docente puede desarrollar sus clases de manera que la sesión queda grabada para una disposición del material avanzado para todos los estudiantes.

11.3. Laboratorio de Computación

Desde las gestiones pasadas la Carrera de Matemática ha implementado el laboratorio de Computación donde los estudiantes disponen de equipos de última generación suficientes para desarrollar las materias de Computación I y II del Plan de Estudios y luego se usa para temas de investigación por parte de los estudiantes y para desarrollar algunos cursos de pre-grado y

Figura 11.2: Recursos audiovisuales

postgrado de Matemática.

El laboratorio de Computación, conocida como LABMAT, se encuentra en el aula 04-01-10 del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, como se muestra en la Figura 11.3. La atención del Laboratorio está garantizada en horarios de oficina desde que la Carrera cuenta con un encargado administrativo para el cuidado de los equipos.

Figura 11.3: Laboratorio de Matemática

11.4. Biblioteca Especializada de Matemática

Desde los años 1970 la Carrera de Matemática cuenta con una Biblioteca con material bibliográfico especializado en Matemática con alrededor de 2500 ejemplares entre libros y revistas de naturaleza matemática. La Biblioteca, conocida como BibMat, funciona en un ambiente exclusivo con sala de lectura en la Planta Baja del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, en donde todos los estudiantes, así como los docentes, tienen acceso a todo el material biliográfico impreso o digital con derecho a préstamo a domicilio. Mientras que todo otro usuario no perteneciente a la comunidad matemática puede disponer de todo el material existente dentro de la sala de lectura. Figura 11.4.

Por otra parte, la Biblioteca de Matemática también está integrada dentro de la red de Bibliotecas de la UMSA mediante el Sistema Koha. Sin embargo, desde el año 2005 la Carrera

ya había implementado su propia biblioteca virtual que aun funciona en la dirección de internet `http://bibmat.umsa.bo` el cual se puede utilizar como un sitio de búsqueda del material bibliográfico. Figura 11.5.

Figura 11.4: Biblioteca de Matemática

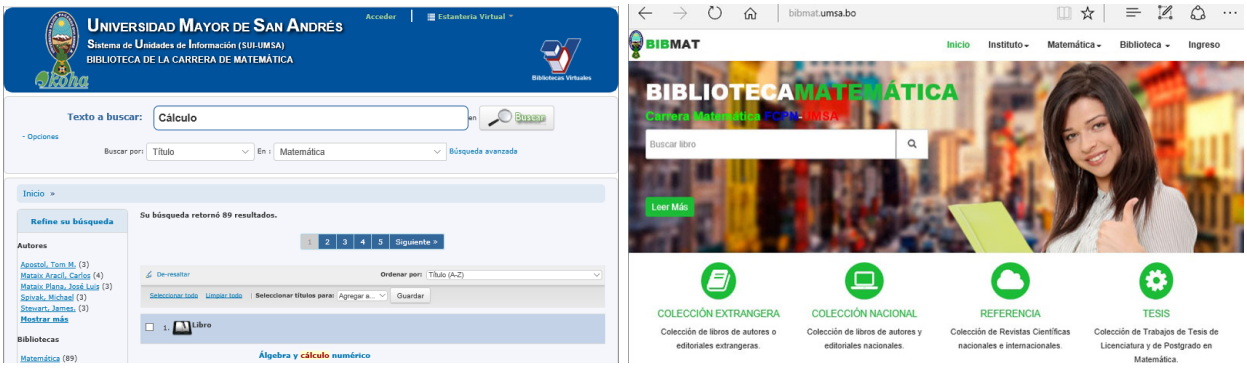

Figura 11.5: Biblioteca virtual de Matemática

11.5. Salas de Computación y computadores estacionales y portátiles

La Carrera cuenta con una sala de computación con equipos estacionales conectadas en red y con internet disponibles para todos los estudiantes regulares en horarios de oficina. También la Carrera cuenta con equipos portátiles exclusivamente para uso académico de los docentes y estudiantes tesistas que utilizan para los Seminarios de Tesis. Figura‘11.6.

Para los docentes, se dispone de computadoras estacionales conectadas al internet y con una impresora en red. también están disponibles laptops de última generación exclusivamente para uso académico. Por otra parte, la Carrera cuenta con un servidor de páginas web `http://cmat.umsa.bo` donde se dispone de toda la información institucional y académico de la Carrera, donde los docentes también pueden publicar las informaciones relevantes al trabajo que desarrollan.

Figura 11.6: Sala de computación

11.6. Ambientes administrativas y sala de docentes

Los ambientes administrativas de la Carrera de Matemática se encuentran en la planta baja del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, donde se tienen oficinas separadas para Dirección, Secretaria, Kardex Académico, Biblioteca, Laboratorio de Computación, Sala de Docentes, Sala de defensa de Tesis y Sala de Postgrado. Figura 11.7.

Por otra parte, el Instituto de Investigación tiene sus propios ambientes en el Primer piso del Edificio de Ciencias Puras, donde se tiene la Dirección, la secretaria y una sala de conferencias, que se usa también para aula de clases.

Figura 11.7: Dirección, Secretaria, Kardex y Postgrado

11.7. Infraestructura sanitaria para el personal

En los ambientes de la Carrera de Matemática se tiene una batería sanitaria disponible exclusivamente para docentes y trabajadores administrativos, aunque eventualmente pueden usar los estudiantes. Sin embargo, la UMSA dispone de una batería de baños público ubicada en el segundo patio del predio central. Mientras que en los ambientes de Cota-Cota se tienen baños exclusivos para el uso de los estudiantes. Figura 11.8.

Figura 11.8: Sanitario de Matemática

11.8. Software Especializado

La Carrera de Matemática, tiene sus equipos computacionales equipadas con sistemas Windows y Linux, excepto en algunos equipos estacionales donde solamente tienen el Sistema Linux. Entre los aplicativos especializados se tienen los softwares libres SciLab, Máxima, Geogebra, Libre Office y LaTeX. Entre los softwares propietarios tenemos a Maple con licencia. Figura 11.9.

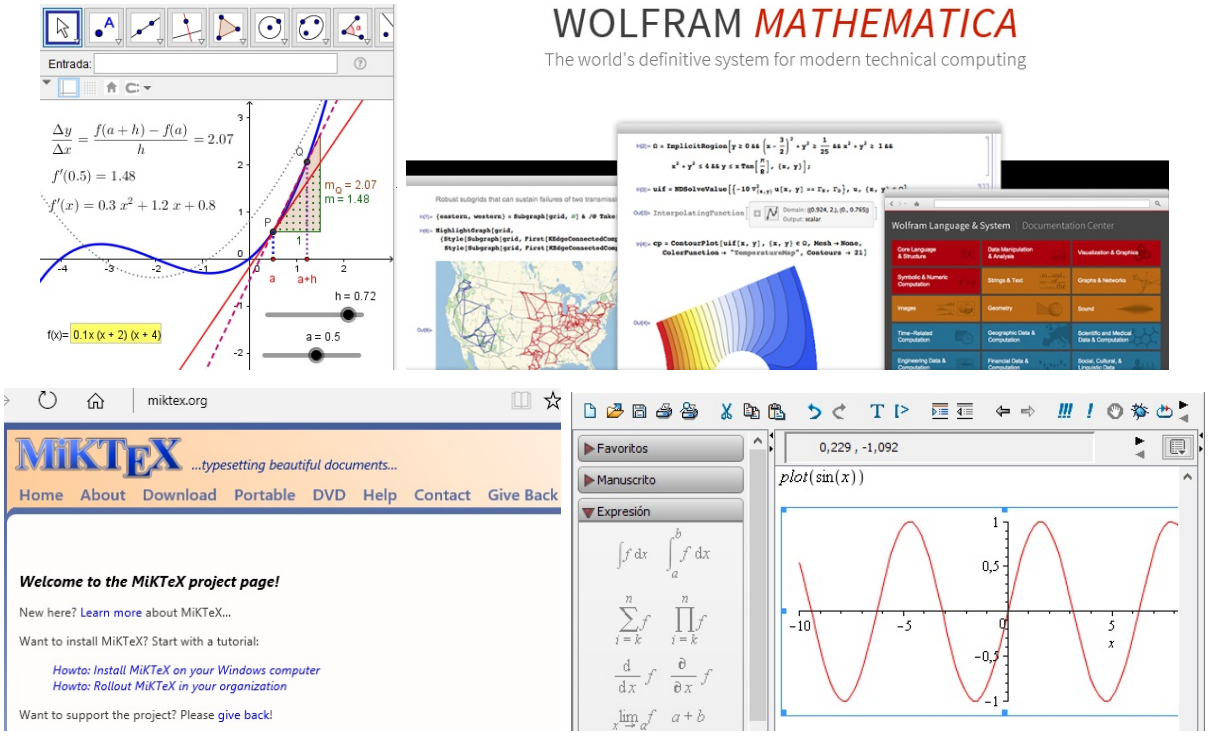

Figura 11.9: Software de Matemática

Capítulo 12

Material Bibliográfico

12.1. Textos

La Carrera de Matemática cuenta con un material bibliográfico suficiente para cubrir la demanda de los lectores. La Biblioteca especializada de Matemática cuenta con aproximadamente 2500 ejemplares impresos y algunos materiales en formato digital. Recientemente la Carrera adquirió un lote de libros de última edición de todas las áreas matemáticas que ya están siendo utilizadas por los docentes investigadores y los estudiantes de los últimos cursos, Figura 12.1. La base de datos de los libros se encuentra en `http://bibmat.umsa.bo`

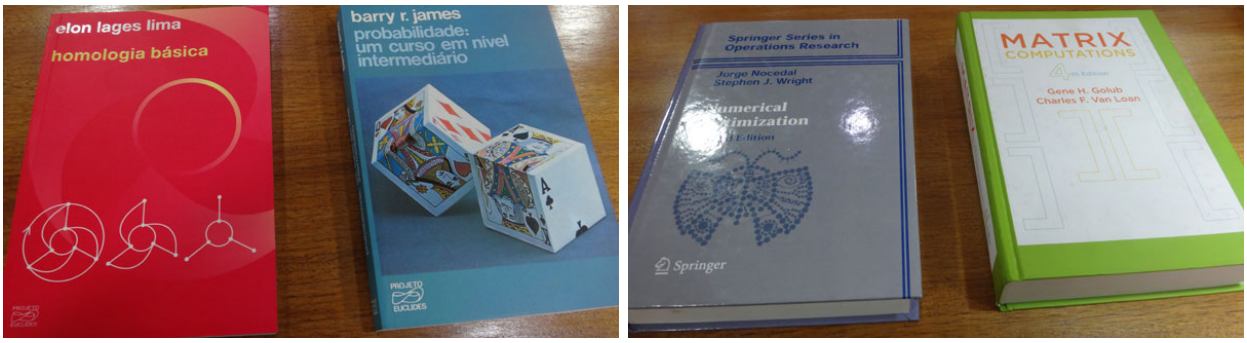

Figura 12.1: Libros de la Biblioteca de Matemática

12.2. Suscripción a revistas científicas

La suscripción a revistas científicas especializadas en Matemática es relativamente caro para Unidad Académica con limitado presupuesto asignado por la UMSA. Sin embargo, gracias a la suscripción de la Sociedad Boliviana de Matemática a Zentral-Blatt, tanto los docentes como los estudiantes tienen acceso por internet a los documentos bibliográficos de esa fuente. Algunos docentes tienen accesos por suscripciones personales o como beneficiarios de otras universidades por convenios especiales.

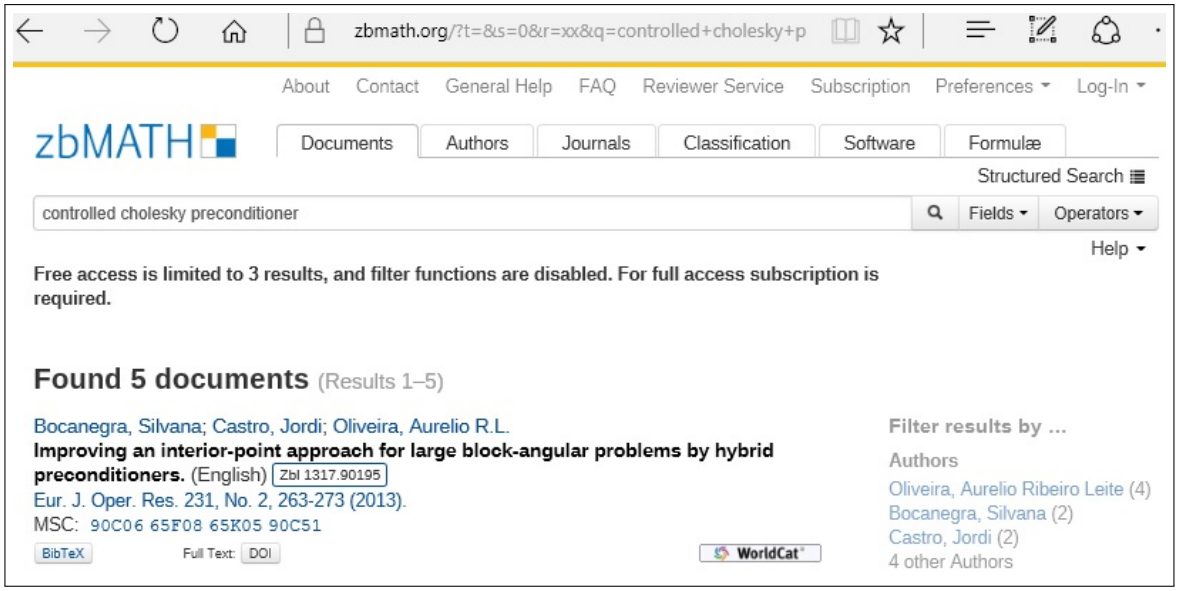

Figura 12.2: Revista Central de Matemática

12.3. Internet: Sistema de Red y Wi-Fi

Todas las computadoras del Laboratorio de Computación están conectadas al internet via Red-Lan y los Laptops via Wi-Fi. También los equipos disponibles para los docentes tienen acceso a internet. Por otra parte, la UMSA también dispone la red Wi-Fi para todos los docentes y estudiantes en los predios universitarios.

Además, la Carrera cuenta con un servidor web `http://cmat.umsa.bo` donde está toda la información académica necesaria para los estudiantes. También en ese servidor se encuentran las páginas de IIMAT `http://iimat.umsa.bo` y de la Biblioteca Especializada de Matemática `http://bibmat.umsa.bo`.

Figura 12.3: Router Wi-Fi de la UMSA en Matemática

Capítulo 13

Medios Didácticos

13.1. Equipos de Proyección

La Carrera dispone de varios equipos de proyección como Data-Shows fijas y portátiles donde los docentes, auxiliares de docencia o estudiantes tesistas pueden utilizar para las sesiones académicas. También se tiene una pizarra electrónica donde se puede mostrar recursos audiovisuales directamente desde la computadora. En la Figura 13.1 se muestran los equipos de proyección en el Laboratorio de Matemática.

Figura 13.1: Equipos de proyección del LabMat

13.2. Material Multimedia

El proyecto de "Matemática con Herramientas TICs"ha generado algunos materiales audiovisuales que pueden ser utilizados por todo el personal docente de la Carrera. La mayoría de los materiales están construidas en Geogebra y otros fueron filmados directamente con una cámara virtual de la computadora. En la Figura 13.2, se muestra un material interactivo construido en Geogebra.

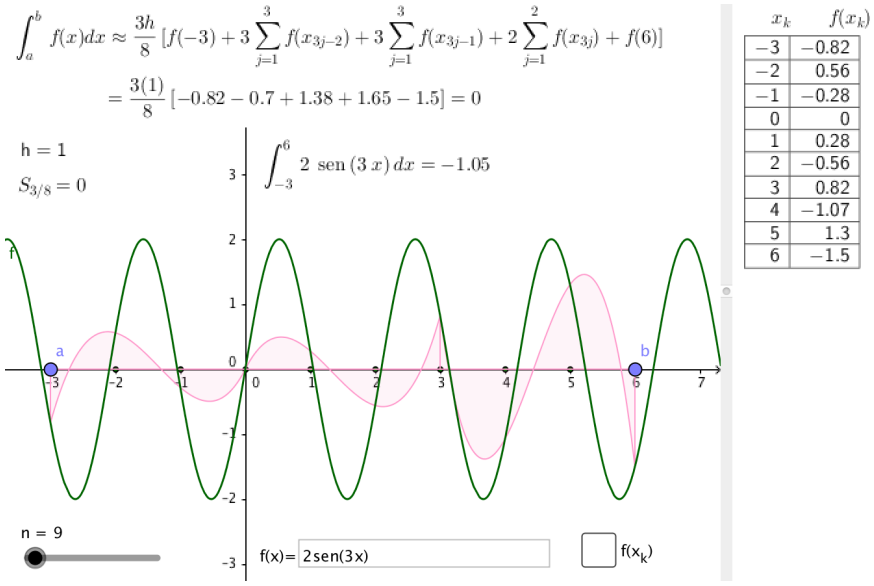

Figura 13.2: Material interactivo

13.3. Computadoras en Red

Todas las computadoras del Laboratorio de Computación están conectadas en Red, por el cual los estudiantes pueden compartir y realizar trabajos en grupos cooperativos. También los equipos de uso de los docentes están en red conectados a internet dentro del intranet de la UMSA. En la Figura 13.3 se muestra una forma de las conexiones del red de computadoras.

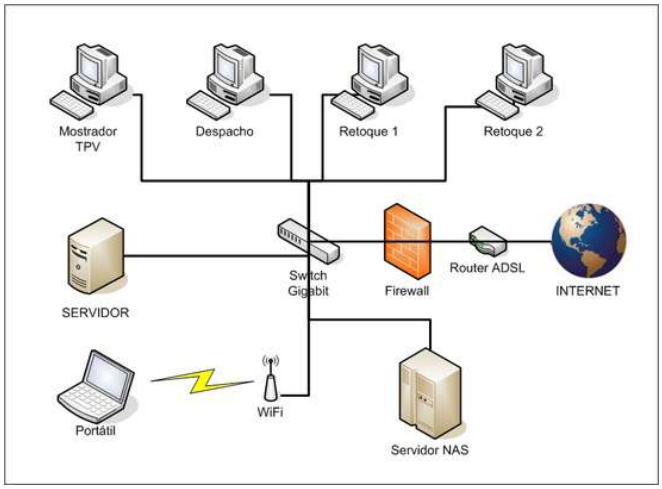

Figura 13.3: Equipos de proyección del LabMat

13.4. Software

Entre los software didácticos tenemos a Geogebra, SciLab, Máxima y Maple, Lyx, TexMaker, TexStudio, los cuales están instalados en todos los equipos del Laboratorio de Computación

y equipos de uso de los docentes. Para la edición de texto matemático, tenemos instalado el sistema LaTeX, que permite una presentación profesional del texto matemático. En la Figura 13.4 se muestran algunos softwares que utilizamos en el Laboratorio como en los otros equipos de la Carrera.

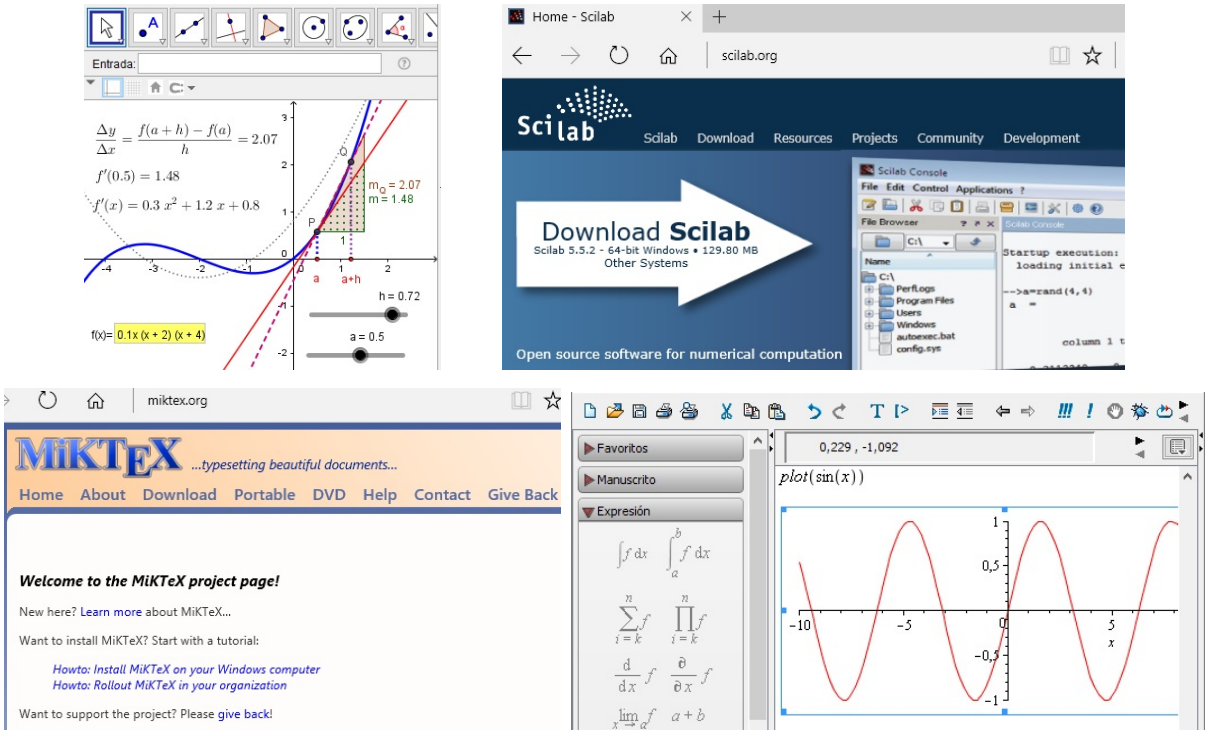

Figura 13.4: Software de Matemática

Sin embargo, también se promueve el uso de otros softwares matemáticos propietarios, pero que la Carrera no cuenta con licencia de uso por limitaciones de recursos económicos. Algunos softwares que eventualmente usamos sus versiones de prueba son Mathematica, Matlab, Winedt

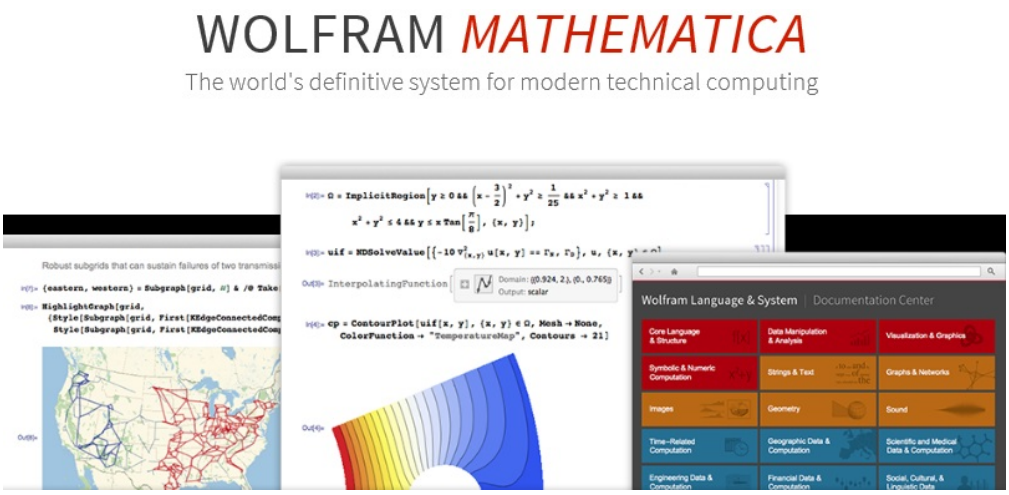

Figura 13.5: Software propietario

Capítulo 14

Disposiciones de Ejecución

14.1. Reglamentos Internos

En proceso de reorganización aprobación en instancias correspondientes.

14.2. Convalidación de Materias

A fin de garantizar el flujo de estudiantes de los Planes 2002 y 2007 al Plan nuevo, se determina la tabla de convalidación de materias detalladas en la Tabla 14.1, bajo las siguientes premisas.

Convalidación: La convalidación de una materia por otra es el reconocimiento de una asignatura por otra cuando hay una coincidencia de al menos 75 % de los temas centrales con respecto al programa de la materia de destino. Toda convalidación debe ser analizada por una comisión técnica nombrada por el Honorable Consejo de Carrera o por el Director Académico, conforme a la Tabla de Convalidaciones aprobada por instancias decisionales.

Homologación: La homologación de una materia por otra procede en casos especiales para reconocer una asignatura por otra sin comparar sus contenidos programáticos; esta situación debe ser analizada por el Director Académico o el Director de Carrera, tomando en cuenta la estrategia formativa del estudiante.

Procedimiento: Tanto la convalidación como la homologación serán aprobadas por el HCC, previo informe del Director Académico o del Director de Carrera; quien elevará un proyecto de resolución para su correspondiente emisión **Resolución Decanal** como documento válido para solicitar el nuevo Certificado de Estudios de la materia convalidada u homologada.

El trámite se inicia con un formulario universitario de convalidaciones, el cual debe ser llenado por el estudiante adjuntando copias de los programas de materias de origen previamente legalizadas con firma y sello donde fue aprobada la materia.

14.3. Alumnos de otras Carreras

Todo estudiante universitario que, cumpliendo requisitos formales, solicite ser admitido a la Carrera de Matemática de la FCPN–UMSA, ya sea por cambio de carrera o por carrera paralela ingresará al nuevo plan a partir del semestre inmediato posterior.

14.4. Tabla de Convalidaciones

La mayoría de las materias de especialidad del Plan 2007 son convalidables de manera directa al Plan de Estudios 2017, salvo las materias aprobadas en otras Carreras, que fueron cursadas como electivas antes del 2002; y, si estas no fueran convalidables con ninguna de las materias del plan nuevo, se podría analizar la posibilidad de homologación por el Director Académico o el Director de Carrera. Las convalidaciones directas se muestran en la Tabla 14.1.

Tabla 14.1: Tabla de Convalidación del Plan 2007 al Plan 2017

Plan de Estudios 2007		Plan de Estudios 2017	
MAT-111	Álgebra I	MAT-111	Álgebra I
MAT-112	Cálculo Diferencial e Integral I	MAT-112	Cálculo Diferencial e Integral I
MAT-113	Geometría I	MAT-113	Geometría I
MAT-114	Introducción a los Modelos Matematicos I	MAT-114	Heurística Matemática
MAT-117	Computación I	MAT-117	Computación Científica I
MAT-121	Álgebra II	MAT-121	Álgebra II
MAT-122	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT-122	Cálculo Diferencial e Integral II
MAT-123	Geometría II	MAT-123	Geometría II
MAT-124	Introducción a los Modelos Matemáticos II	MAT-120	Teoría de Números
MAT-127	Computación II	MAT-127	Computación Científica II
MAT-131	Álgebra Lineal I	MAT-131	Álgebra Lineal I
MAT-132	Cálculo Diferencial e Integral III	MAT-132	Análisis Real
MAT-134	Análisis Combinatorio	MAT-134	Análisis Combinatorio
FIS-100	Física Básica I	FIS-137	Física I
MAT-141	Álgebra Lineal II	MAT-141	Álgebra Lineal II
MAT-142	Cálculo Diferencial e Integral IV	MAT-142	Análisis en $\mathbb{R}^n$
MAT-144	Probabilidades y Estadística	MAT-147	Probabilidades y Estadística
FIS-102	Física Básica II	FIS-147	Física II
MAT-251	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	MAT-151	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
MAT-252	Análisis I	MAT-252	Análisis I
MAT-255	Ecuaciones Diferenciales I	MAT-135	Ecuaciones Diferenciales
MAT-261	Álgebra Abstracta I	MAT-251	Álgebra Abstracta I
MAT-262	Análisis Complejo I	MAT-262	Análisis Complejo I
MAT-263	Topología General	MAT-253	Topología General
MAT-371	Álgebra Abstracta II	MAT-261	Álgebra Abstracta II
MAT-372	Análisis II	MAT-382	Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología	MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología
ELM-252	Introducción al Análisis Numérico	MAT-278	Análisis Numérico
ELM-262	Análisis Matricial	MAT-374	Análisis Matricial
ELM-253	Geometría No Euclidiana	MAT-263	Geometría no Euclidiana
ELM-263	Geometría Proyectiva	MAT-273	Geometría Proyectiva
ELM-264	Programación Lineal y No Lineal	MAT-258	Teoría de Optimización Lineal
ELM-266	Estadística Matemática	MAT-147	Probabilidades y Estadística

Continua en la próxima página

Tabla 14.1 – continua desde la página anterior

Plan de Estudios 2007		Plan de Estudios 2017	
FIS-200	Física Básica III	FIS-257	Física III
EDU-259	Educación Crítica de la Matemática	MAT-270	Didáctica de la Matemática
OPM-380	Lógica Matemática	MAT-290	Lógica Matemática
OPM-391	Álgebra Conmutativa	MAT-371	Álgebra Conmutativa
MAT-381	Álgebra Homológica	MAT-381	Álgebra Homológica
MAT-301	Tópicos de Álgebra	MAT-301	Tópicos de Álgebra
OPM-382	Análisis Complejo II	MAT-372	Análisis Complejo II
MAT-382	Análisis Funcional I	MAT-392	Análisis Funcional
MAT-302	Tópicos de Análisis	MAT-302	Tópicos de Análisis
OPM-305	Sistemas Dinámicos	MAT-385	Sistemas Dinámicos
OPM-395	Ecuaciones Diferenciales Parciales	MAT-375	Ecuaciones Diferenciales Parciales
OPM-383	Variedades Diferenciables	MAT-383	Variedades Diferenciables
OPM-393	Topología Algebraica	MAT-363	Topología Algebraica
OPM-303	Topología Diferencial	MAT-393	Topología Diferencial
MAT-373	Geometría Diferencial	MAT-373	Geometría Diferencial
EDU-379	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje	MAT-280	Teoría de la Educación Matemática
FIS-206	Física Moderna	FIS-377	Física Moderna
FIS-282	Mecánica Cuántica	FIS-387	Mecánica Cuántica
OPM-387	Teoría de la Computación	MAT-267	Teoría de la Computación
OPM-300	Filosofía de La Matemática	MAT-260	El Análisis por su Historia
OPM-390	Historia de la Matemática	MAT-250	Historia de la Matemática
EST-386	Modelos Lineales	MAT-254	Modelización Matemática
MAT-304	Modelos Matemáticos Aplicados	MAT-394	Modelos Matemáticos

14.5. Cuadro de homologación de carga horaria docente

Por disposición del Honorable Consejo Facultativo de Ciencias Puras y Naturales, los docentes contratados y posteriormente titularizados pertenecen a un área de estudio de Matemática y no como ocurre en otras Facultades de la UMSA. Más aún, los docentes de Ciencias Puras, donde está la Carrera de Matemática, los docentes deben rotar a otra materia del área obligatoriamente cada dos años.

Por tanto, no es necesario plantear una tabla de homologaciones de carga horaria docente a menos que un docente haya sido contratado para una materia especial e específica como ocurrió con el inglés técnico que hoy en día ya no existe formalmente en los últimos planes de estudios, aunque el estudiante aun necesita formarse en un idioma extranjero por lo menos a un nivel de lectura, ya que la bibliografía existente está en lenguas extranjeras como Ingés.

14.6. Resolución Universitaria HCU 041/2017

El Honorable Consejo Universitario (HCU), reunido en sesión de la fecha 8 de marzo de 2017, tomando conocimiento de la nota VICE/CITE/CAU/018/2017, enviada por el Lie Alberto Bonadona Cossio, Secretario Académico a i. y el Dr. Fernando Alberto Quevedo Iriarte, Vicerrector de la Universidad Mayor de San Andrés y Presidente del Consejo Académico Universitario, por la cual informa que el Consejo Académico Universitario en sesión plenaria de 6 de febrero de 2017, determino recomendar la aprobación del "NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE MATEMÁTICA", dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
HONORABLE CONSEJO UNIVERSITARIO
La Paz - Bolivia

RESOLUCIÓN

HONORABLE CONSEJO UNIVERSITARIO No. 041/2017

La Paz, 8 de marzo de 2017

VISTOS Y CONSIDERANDO:

Que, el Honorable Consejo Universitario, reunido en sesión de la fecha ha tomado conocimiento de la nota VICE/CITE/CAU/018/2017, enviada por el Lic. Alberto Bonadona Cossio, Secretario Académico a.i. y el Dr. Fernando Alberto Quevedo Iriarte, Vicerrector de la Universidad Mayor de San Andrés y Presidente del Consejo Académico Universitario, por la cual informa que el Consejo Académico Universitario en sesión plenaria de 6 de febrero de 2017, determino recomendar la aprobación del **"NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE MATEMÁTICA"**, dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

Que, la Resolución del Honorable Consejo Facultativo de Ciencias Puras y Naturales No. 1362/2016, resuelve: * Aprobar el nuevo Plan de Estudios de la Carrera de Matemática dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, que contempla la Licenciatura en Matemática, cuyo diseño curricular consta de cuatro años y la Maestría de dos años con carácter de grado terminal denominado Magister Scientiarum en Matemática asimismo aprueba la creación del Programa en Matemática Aplicada que contempla la Licenciatura en Matemática Aplicada, cuyo diseño curricular consta de cuatro años y la Maestría de dos años con carácter de Grado Terminal denominado Magister Scientiarum en Matemática Aplicada.

Que, la Carrera de Matemática como una de sus prioridades determinó efectuar la revisión del Plan de Estudios 2007, con el propósito de plantear un nuevo Plan de Estudios para la Licenciatura y Maestría Terminal en Matemática Pura y la creación del Programa de Licenciatura y Maestría Terminal en Matemática Aplicada.

Que, la Carrera de Matemática organizó las Jornadas Académicas a través de la conformación de diferentes Comisiones para la implementación del nuevo Plan de Estudios, comisiones que estuvieron a cargo de diferentes coordinadores en las áreas de algebra, análisis, geometría y topología.

Que, el Honorable Consejo Universitario en consideración a los antecedentes del caso y a la recomendación del Consejo Académico Universitario, ha determinado dictar la presente Resolución.

POR TANTO
SE RESUELVE:

Artículo Primero. **APROBAR,** el **"NUEVO PLAN DE ESTUDIOS 2017 DE LA CARRERA DE MATEMÁTICA con MAESTRÍA TERMINAL"**, dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales; cuyo documento en original forma parte de la presente Resolución.

Artículo Segundo. **APROBAR** la creación del **PROGRAMA EN MATEMÁTICA APLICADA** dependiente de la Carrera de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, que contempla la Licenciatura en Matemática Aplicada, cuyo diseño curricular consta de cuatro años y la Maestría de dos años con carácter de Grado Terminal denominado Magister Scientiarum en Matemática Aplicada

Artículo Tercero. **APROBAR,** la **"TABLA DE CONVALIDACIONES ENTRE LOS PLANES DE ESTUDIOS 2007 Y 2017 DE LA CARRERA DE MATEMÁTICA",** dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales; cuyo documento en original forma parte de la presente Resolución.

Artículo Tercero. **APROBAR** la Convalidación de Titularidad Docente por Cambio al nuevo Plan de Estudios 2017 de la Carrera de Matemática dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, cuyo documento original forma parte de la presente Resolución.

Pase a la Pág. 2.-

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
HONORABLE CONSEJO UNIVERSITARIO
La Paz - Bolivia

RESOLUCIÓN DEL HONORABLE CONSEJO UNIVERSITARIO No. 041/2017 ---------- Pág. 2.-

Artículo Cuarto. **INSTRUIR** al Departamento de Personal Docente emitir los respectivos memorándums de designación a favor de los docentes correspondientes, producto de la Convalidación de la Titularidad Docente.

Artículo Quinto. **APROBAR** que la implementación del Nuevo Plan de Estudios 2017 de la Carrera de Matemática dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, sea a partir de la presente gestión, en lo que corresponde a la Licenciatura y el funcionamiento de su grado terminal de Maestría será con su propia carga horaria no significando incremento de la misma.

Artículo Sexto. **INSTRUIR** la difusión de la presente Resolución para que sea de conocimiento de la comunidad universitaria de la Carrera de Matemática dependiente de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

Articulo Séptimo. **INSTRUIR** a las instancias correspondientes dar fiel cumplimiento a la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dr. Waldo Albarracín Sánchez
RECTOR

Ing. Alberto Arce Tejada
SECRETARIO GENERAL UMSA

*/kac

Capítulo 15

Aspectos Académicos de la Maestría en Matemática

15.1. Introducción

La Carrera de Matemática fundó la unidad de PostGrado en la gestión 2005, la cuál esta llevando adelante una primera versión de la Maestría en Matemática.

La Carrera de Matemática, a fines de la gestión 2005, aprobó un nuevo plan de estudios de la licenciatura en Matemática cuya duración es de cuatro años y que no contempla tesis para su graduación.

El presente documento contempla la MAESTRÍA EN MATEMÁTICA COMO GRADO TERMINAL de la Carrera de Licenciatura en Matemática de carácter gratuito en la colegiatura salvo el costo de la matrícula anual que es definido por el Honorable Consejo Universitario.

El presente documento, en su parte troncal, fue aprobado en las jornadas académicas y Asamblea docente-estudiantil de la Carrera de Matemática de la gestión 2015.

15.2. Antecedentes históricos

La Carrera de Matemática de la Universidad Mayor de San Andrés, fundada en 1967, primero como Instituto de Materias Básicas que brindaba servicios de materias de matemática a las diferentes carreras de la UMSA, se fue consolidando como carreraautónoma y posteriormente graduó a mas de 40 licenciados en matemática que posteriormente, todos ellos, se desarrollaron profesionalmente en el ámbito de la enseñanza de la Matemática en los diferentes niveles (secundaria, institutos normales superiores y universidades) tanto en el sector privado como estatal.

Sin embargo, estos profesionales no cubrieron la demanda de docentes universitarios para las asignaturas propias de la disciplina matemática, tanto así que en el presente la mayoría de los docentes universitarios, no solamente en las universidades públicas sino privadas, son profesionales de otras áreas que en algún momento tomaron algunas materias de matemática que les permite de alguna manera poder impartir las mismas o a veces otras materias de matemática.

El ámbito en el que la Matemática se desarrolla en Bolivia se sitúa principalmente en la educación que consiste no solamente en impartir cursos de matemática en los diferentes niveles de educación sino también en el desarrollo y elaboración de material educativo, de innovación de métodos de enseñanza y en la proyección de programas educativos que tienden a mejorar el

proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Cuando estas actividades se enmarcan en la formación superior son desarrolladas en algunos casos por profesionales matemáticos y en algunos casos por otros profesionales que en cierta forma actúan de manera empírica y que basados en su experiencia anterior tratan de mejorar el aspecto educativo de la Matemática superior.

En menor proporción, la Matemática se desarrolla en el ámbito de la investigación que a su vez principalmente consiste en la revisión bibliográfica y en muy poca proporción en la investigación de punta debido a la falta de una formación de tercer nivel que en nuestro medio no se cuenta, al menos de una forma sistemática y regular.

15.3. Fundamentos Curriculares

Esencialmente los fundamentos curriculares del Grado Terminal de Maestría en Matemática como una continuidad de la Licenciatura son las mismas descritas en la Sección 3.1, ya que este curso de postgrado corresponde a una formación integral de la Matemática hasta el nivel de Maestría. Naturalmente el nivel y el contenido de las asignaturas garantiza una formación más especializada en una de las áreas de estudio de la Matemártica.

15.4. Diagnóstico el modelo vigente

El grado terminal de Maestría en Matemática disciplinar y en Educación Matemática es aprobada para su funcionamiento desde el Plan 2007. Sin embargo, la falta de un Reglamento Universitario para Postgrados Terminales gratuitos ha obstaculizado cualquier intento de inicio de ejecución del Plan de la Maestría, pues según las políticas académicas de la UMSA los cursos de postgrado son autofinanciados con costo y colegiatura muy alta para los graduados de Matemática.

Inicialmente, diferenciar el costo de matrícula fue todo un proceso de gestión que tomó un tiempo no menor a un año, que finalmente fue aprobado en Bs. 500. Luego las autoridades de la UMSA tampoco permitieron el uso de la carga horaria para el postgrado. Sin embargo, a la fecha ya está subsanada a nivel universitario tanto el costo de la matrícula como el uso de la carga horaria en los cursos de postgrado. Pero aún falta aprobar reglamentos específicos de los grados terminales de Maestría y Doctorado a nivel universitario.

Formalmente, recién en 2016 se aperturaron las primeras materias del Grado Terminal de Maestría en Matemática y su evaluación de seguimiento y desempeño se hará en las siguientes gestiones.

15.5. Justificación

La necesidad de implementar una política de educación de la Matemática superior en Bolivia acorde con nuestra realidad de subdesarrollo y con nuestra firme intención de que a través de la educación debemos salir del subdesarrollo y la necesidad de contar con los recursos humanos capaces de llevar adelante esta política es que se justifica plenamente la creación de una unidad de postgrado de Matemática que permita formar con mucho criterio los recursos humanos que puedan, con excelencia y formación sólida, encarar con mucha mayor solvencia el proceso de la enseñanza-aprendizaje de la matemática superior y establecer las bases fundamentales para un

posterior proceso a mediano plazo de realizar investigación en matemática de punta en Bolivia, es decir, investigación cuyo aporte ala ciencia es original y amplía el conocimiento.

La demanda de profesionales matemáticos en el mercado laboral que principalmente se enmarca en la docencia universitaria se nutre de una manera insatisfactoria en muchos casos por profesionales no matemáticos que empíricamente encaran el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y en algunos casos por profesionales matemáticos que si bien tienen una formación sólida en la disciplina, a veces carecen de los elementos teóricos pedagógicos que permitan desarrollar una actividad docente satisfactoria.

La demanda de profesionales señalada en el anterior párrafo esta plenamente comprobada por el hecho que todas las carreras de carácter científico contemplan en sus planes de estudio asignaturas de matemática siendo así que la Matemática tiene un rol importante en estas carreras y siendo también que la Matemática establece un lenguaje común de la ciencia y la tecnología.

Es en este sentido que queda muy claro cuál es el elemento humano a quien estaría dirigida la unidad de postrado: a todos aquellos profesionales comprometidos y/o involucrados con el proceso de la enseñanza aprendizaje de la matemática superior. En algunos casos, a aquellos profesionales que no son matemáticos pero que imparten cátedra en matemática. Este grupo de profesionales requieren de una formación sólida en la disciplina base que es la Matemática, que les permita impartir las asignaturas con autoridad, solvencia y excelencia académica, pero también requieren de una formación en el aspecto de la educación y la pedagogía, lo cual justifica la maestría en educación.

Por otro lado esta el grupo de profesionales matemáticos que ya cuentan con una formación en la disciplina base pero que en algunos casos requieren de una consolidación de estos conocimientos y principalmente requieren realizar una profundización de los elementos básicos de la Matemática mediante una formación de tercer nivel que les permita tener mucha mayor solvencia especialmente para impartir cursos de especialidad en las carreras de Matemática y obviamente también en cursos básicos de matemática. Este grupo también requiere de una formación en lo que se refiere a la educación de la matemática propiamente, pasando por aspectos pedagógicos que les permitanimpartir las asignaturas con excelencia. Finalmente es necesario que ya se establezcan las bases para desarrollar investigación matemática de punta en nuestro país, para lo cual el primer paso es contar con los recursos humanos necesarios que cuenten con una maestría en Matemática Pura y que eventualmente ellos puedan posteriormente, a mediano plazo, continuar con sus estudios en el doctorado para luego encarar y realizar la investigación.

15.6. Modelo del Curriculo

Como el Grado Terminal de Maestría en integralmente una continuidad terminal de la Licenciatura, entonces el modelo descrito en la Sección 3.3, se extiende directamente para desarrollar las áreas descritas a nivel de profundización especializada en áreas troncales de Matemática.

Sin embargo, el número de materias por semestre será solamente tres, a razón de que el el grado de profundidad de las asignaturas requiere que los estudiantes tengan que dedicar más tiempo para alcanzar los objetivos y competencias planificados.

15.7. Admisión a la Maestría

Para ser admitido en la Maestría de Magíster Scientiarum en Matemática, se deberán cumplir con los siguientes requisitos.

1. Tener el título académico de Licenciado en Matemática o Matemática Aplicada. Cuando el postulante haya culminado la Licenciatura pero le falte tramitar su título en provisión nacional, podrá ser admitido en la maestría con carácter condicional teniendo el plazo seis meses para presentar el título en provisión nacional de Licenciado.

2. Dos cartas de recomendación escritas por docentes universitarios que acrediten que el postulante pueda rendir satisfactoriamente en la maestría.

3. Cancelar la matrícula anual de ingreso al postgrado.

4. Firmar un compromiso de aceptación de pasar clases impartidas en el idioma Inglés. Para este requisito se sugiere a los maestrantes tener conocimientos básicos del idioma Inglés que le permitan leer y entender clases impartidas en ese idioma cuando se dé el caso.

5. Tener la aceptación de admisión a la maestría firmada por el Comité Académico. Esta aceptación estará basada en los antecedentes Académicos del postulante, las cartas de recomendación y una entrevista hecha por el Comité Académico.

Nota.- En ningún caso se podrán tomar materias de la maestría si el maestrante todavía esta cursando materias de la Licenciatura.

Para el caso de profesionales de áreas afines a la Matemática el ingreso será a través de un curso propedéutico. Si se trata de profesionales con el grado de licenciado obtenido en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de UMSA, el postulante deberá aprobar el curso propedéutico que consta de un semestre y que contemple mínimamente las asignaturas siguientes: Introducción al Álgebra Moderna, Introducción al Análisis Matemático e Introducción a la Topología

Si se trata de profesionales con el grado de licenciado obtenido en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de UMSA, el postulante deberá aprobar un curso propedéutico que consta de dos semestres y que contemple mínimamente las asignaturas siguientes: Cálculo Avanzado, Lógica y Teoría de conjuntos, Estructuras Algebraicas, Introducción al Álgebra Moderna, Introducción al Análisis Matemático e Introducción a la Topología.

15.8. Objetivo General de Rediseño

Consolidar el Curso de Grado Terminal de Maestría en Matemática en las áreas troncales de Matemática: Algebra, Análisis, Geometría, Topología y la Matemática Aplicada para responder a la demanda creciente de matemáticos especializados de alto nivel.

15.9. Objetivos específicos de la Maestría Terminal

Formar los recursos humanos que implementen las políticas de la educación matemática superior en Bolivia que se basan principalmente en una educación matemática pro-científica, de

excelencia, solvencia académica, solvencia pedagógica y de carácter tanto de matemática pura como aplicada.

Dotar de una mejor opción a la demanda laboral de la cátedra universitaria en asignaturas de matemática y afines con profesionales que tengan una sólida formación en la disciplina matemática y también en el de la educación de la matemática superior.

Consolidar en los maestrantes los conocimientos fundamentales de la matemática en las áreas troncales: Álgebra, Topología y Análisis que permita tenersolvencia, excelencia y autoridad académica en cuanto a lo que se refiere a impartirasignaturas de matemática y afines.

Dotar a los maestrantes de una formación sólida en educación de la matemática superior que contemple aspectos pedagógicos del proceso de enseñanza-aprendizaje y su transferencia a los niveles inferiores tantode especialidad y diplomado en Matemática, formación en los Institutos Normales Superiores y Secundaria.

15.10. Estructura de las asignaturas

Las asignaturas de la Maestría se agrupan en áreas troncales de la Matemática: Algebra, Análisis, Topología y Geometría, Sin embargo, está abierta la posibilidad de cursar materias del área de Matemática Aplicada. A diferencia de las materias de la Licenciatura, las asignaturas de la Maestría está medida en términos de créditos, con una equivalencia de un crédito por cuarenta horas académicas.

15.11. Duración de la Maestría

La duración de la Maestría es de cuatro semestres. En los primeros semestres el estudiante debe aprobar las materias obligatorias y luego el Plan prevé materias electivas de todas áreas troncales y de la Matemática Aplicada, siendo que en el último semestre el posgraduando debe presentar el perfil de Tesis y sustentar el mismo a la conclusión de los dos años.

15.12. Malla Curricular de la Maestría en Matemática

La maestría tiene una duración de dos años divididos en cuatro semestres, cada uno de los cuales deberá contemplar las asignaturas mostradas en la Tabla 15.1. Asimismo en la Tabla 15.2 se tiene las materias electivas intrínsecas con el programa de Matemática seguida de materias de la maestría de Matemática Aplicada. A fin de facilitar la permanencia de los posgraduandos en el curso, el plan no contempla pre-requisitos formales. Se asume que los participantes ya tienen suficiente madures académica para inscribirse que en materias según el nivel semestral.

Cada crédito significa 40 horas académicas de las cuales se establece que 12 necesariamente son presenciales. Esto significa que el pénsum contempla 60 créditos que significan 2400 horas Académicas de las cuales 720 son horas presenciales. Estas 2400 horas académicas se ajustan al actual reglamento vigente de posgrado de la UMSA.

Tabla 15.1: Pensum de Maestría en Matemática

Sigla	Materia	Créditos
SEMESTRE *I*		
MAT-412	Teoría de la Medida	6 créditos
MAT-411	Álgebra Abstracta I	6 créditos
MAT-413	Topología	6 créditos
SEMESTRE *II*		
MAT-422	Análisis Funcional	6 créditos
MAT-421	Álgebra Abstracta II	6 créditos
SEMESTRE *III*		
	Electiva	6 créditos
	Electiva	6 créditos
SEMESTRE *IV*		
	Electiva	6 créditos)
MAT-499	Tesis de Maestría	12 créditos

1 crédito = 40 horas académicas

Tabla 15.2: Materias Electivas

Sigla	Materia	Créditos
MAT-431	Topología Algebraica	6 créditos
MAT-441	Algebras de Banach	6 créditos
MAT-451	Álgebra Homológica	6 créditos
MAT-455	Teoría de Ecuaciones Diferenciales	6 créditos
MAT-454	Teoría de Control	6 créditos
MAT-453	Geometría Algebraica	6 créditos
MAT-435	Sistemas Dinámicos	6 créditos
MAT-443	Superficies de Riemann	6 créditos
MAT-434	Teoría de Matrices	6 créditos
MAT-444	Matrices no Negativas	6 créditos
MAT-418	Análisis Convexo y Aplicaciones	6 créditos
MAT-416	Teoría de Juegos y Aplicaciones	6 créditos
MAT-428	Teoría de Optimización Dinámica	6 créditos
MAT-427	Teoría Matemática de Probabilidades	6 créditos
MAT-438	Tópicos de Teoría de Optimización	6 créditos
MAT-464	Análisis Matricial Aplicado	6 créditos
MAT-447	Tópicos de Física Matemática	6 créditos
MAT-465	Sistemas Dinámicos Aplicados	6 créditos
MAT-432	Análisis Funcional Aplicado	6 créditos
MAT-448	Tópicos de Optimización Aplicada	6 créditos
MAT-458	Análisis Numérico	6 créditos
MAT-477	Teoría de Mineria de Datos	6 créditos

15.13. Perfil del Postulante

Para ingresar al Grado Terminal de la Maestría en Matemática, el postulante necesariamente debe ser aquel que haya concluido la Licenciatura en Matemática del presente diseño curricular, si fuera licenciado de la Matemática Aplicada, debería haber cursado las electivas del área de la Matemática Pura. Sin embargo, de manera excepcional en Honorable Consejo de Carrera a sugerencia del Consejo de Postgrado puede autorizar ingresos excepcionales.

15.14. Perfil Profesional

Un Magíster Scientiarum en Matemática es aquel profesional matemático que está formado en el conocimiento de las áreas troncales de la Matemática moderna y que está calificado para impartir, con solvencia, excelencia y autoridad académica, cualquier asignatura de matemática en el ámbito universitario, específicamente está calificado para impartir asignaturas de especialidad en cualquier Departamento de Matemática. El Magíster también está calificado para desarrollar investigación de revisión bibliográfica en Matemática pura y aplicada o de educación de la matemática superior y es un potencial elemento para realizar estudios superiores de doctorado y eventualmente desarrollar investigación de punta en matemática. Finalmente, el graduado está calificado para elaborar textos de calidad publicable de Matemática en los diferentes niveles de educación, desde el primario hasta el universitario.

15.15. Admisión de docentes

Con la debida anticipación al inicio de cada gestión anual se deberá efectuar una convocatoria con el objetivo de designar a los docentes del postgrado por una o dos gestiones anuales. Cada convocatoria deberá también incluir invitaciones a profesores universitarios que el Comité de Postgrado considere aconsejables.

Los requisitos para los postulantes a la docencia de las materias MAT-412, MAT-411, MAT-413, MAT-422, MAT-421 y para cualquier materia de matemática pura serán los siguientes:

1. Tener el doctorado en Matemática, PhD. (Doctor of Philosophy in the field of Mathematics) obtenido en alguna Universidad debidamente acreditada.

2. Tener una experiencia mínima de dos años en la enseñanza universitaria.

En caso de que no haya la disponibilidad de profesionales matemáticos con grado de doctor, por excepción, se podrá contratar a profesionales matemáticos que tengan el grado de magister en Matemática, que tenga cursadas todas las materias de algún programa de doctorado y/o que tenga por lo menos un artículo científico en matemática publicado en una revista internacional indexada con árbitro por especialidad.

En caso de que después de dos convocatorias consecutivas no se logre contratar a todos los docentes del postgrado, el Consejo de Postgrado procederá a la invitación directa, respetando siempre los requisitos establecidos en el presente documento.

Para efectos de compatibilidad horaria, cada 6 créditos en el Postgrado corresponden a 80 horas de carga horaria. El ser docente a tiempo completo o Director de Carrera en la UMSA no es incompatible con la docencia en el Postgrado.

En caso de que algún docente de la unidad de postgrado dicte materias en el pre-grado (licenciatura) de la Carrera de Matemática, la Carrera de Matemática deberá asignarle carga horaria de investigación.

Los docentes de las materias de tres créditos deberán ser en lo posible docentes de universidades extranjeras. Éstos docentes podrán dictar su materia al estilo de un seminario con la duración mínima de cuatro semanas.

Con carácter transitorio y por única vez para las primeras dos versiones de la maestría, será el Honorable Consejo de la Carrera de Matemática de la UMSA quien designe a los profesores de la maestría respetando los requisitos establecidos en el presente documento. Estos docentes serán contratados por dos gestiones anuales.

15.16. Régimen docente

Un docente de planta de la maestría, es decir un docente que fue contratado para dictar al menos 6 créditos, deberá cumplir los siguientes requisitos para mantenerse en el estatus de docente de planta de la maestría:

1. Deberá realizar investigación de punta; para lo cual, el docente deberá tener al menos una publicación, en una revista internacional especializada de Matemática con árbitro por especialidades, cada tres años. El cumplimiento de este requisito será determinado por una Comisión externa conformada por al menos tres investigadores de prestigio internacional nombrados por la Comisión de Postgrado de la FCPN

2. En caso de ser docente titular de la Carrera de Matemática, deberá aprobar la evaluación docente anual respectiva. Si el docente no es titular, se deberá someter a una evaluación especial que será realizada por la Comisión de PostGrado de la FCPN.

El infringir cualquiera de los puntos 1 y 2 implicará automáticamente que el docente perderá su condición de docente de la maestría no pudiendo éste ser docente de la maestría por los siguientes cinco años.

Cualquier solicitud de excepción al presente reglamento deberá ser autorizada mediante resolución del Honorable Consejo Académico de la UMSA.

15.17. Régimen Estudiantil

Un estudiante de la maestría estará sujeto a la siguiente reglamentación:

1. La máxima permanencia en la maestría es de cuatro años calendario, es decir el doble de la duración de la maestría. Si el maestrante no culmina sus estudios en la maestría al cabo de cuatro años, automáticamente se le anularán todas las materias cursadas y el estudiante no podrá ser inscrito en la maestría por los siguientes cinco años.

2. El maestrante solo podrá reprobar una materia una vez. El reprobar una misma materia por segunda vez implicará la pérdida de condición de maestrante, no pudiendo éste ser estudiante de la maestría por los siguientes cinco años.

3. El maestrante está obligado a tener un mínimo del 80 % de asistencia a clases en cada signatura. El no cumplimiento a este requisito dará lugar a la reprobación de la asignatura.

Cualquier solicitud de excepción al presente reglamento deberá ser autorizada mediante resolución del Honorable Consejo Académico de la UMSA.

15.18. Aspecto académico-administrativo y financiero

El ente rector del postgrado en Matemática estará conformado por un Consejo de Postgrado que estará conformado por el Director de Carrera como presidente, por dos vocales que deberán ser necesariamente docentes del postgrado y por dos maestrantes. De entre los dos vocales docentes de éste Consejo se elegirá un Coordinador del postgrado.

Los miembros vocales del Consejo de Postgrado, serán elegidos cada dos años por el Honorable Consejo de la Carrera de Matemática de la UMSA.

Las responsabilidades del Consejo de Postgrado son las siguientes.

1. Hacer públicas las convocatorias para docentes del postgrado

2. Velar por el buen funcionamiento del postgrado y por el cumplimiento a las normas establecidas en el presente documento.

3. Autorizar la emisión de los Títulos de Magister Scientiarum en Matemática.

El Consejo de Postgrado deberá elevar un informe al Honorable Consejo de Carrera de Matemática sugiriendo la contratación de los docentes basado en la convocatoria.

Para aspectos netamente académicos tales como la aprobación de tesis se establece la existencia de un Comité Académico que estará conformado por todos los docentes del Postgrado en Matemática.

La Matrícula de Postgrado como grado Terminal a nivel de Maestría en Matemática es fijado anualmente por el Honorable Consejo Universitario. Mientras que la colegiatura es gratuita para el estudiante.

15.19. Sistema de Evaluación

La evaluación de las asignaturas es escrita exhaustiva en horas de clases académicas y un conjunto de ejercicios prácticos o teóricos que permite complementar el desarrollo de la teoría presentada según el contenido de las materias. Cada materia tiene de dos a tres exámenes parciales, un examen final y la calificación de trabajos prácticos.

15.20. Sistema de Titulación

La única modalidad de graduación en la Maestría en Matemática será la elaboración de una Tesis, que consiste en una investigación no curricular que profundiza un tópico especifico.

En el último año de sus estudios, el posgraduando debe proponer un perfil de investigación que será valorada por un tribunal nombrada por el Honorable Consejo de Carrera, luego una vez

concluido el trabajo, el trabajo de tesis debe ser sustentato ante un tribunal conformado por el HCC.

Se establece una escala de calificaciones de la siguiente forma.

93-100: excelente
85-92: sobresaliente
75-84: muy bueno
66-74: satisfactorio
0-65: insatisfactorio

La nota mínima de aprobación es 66. Cada vez que el maestrante apruebe una materia, éste acumulará el número de créditos que corresponde a la materia.

Para obtener el grado de Magíster Scientiarum en Matemática se deberán cumplir los siguientes requisitos.

1. Acumular un mínimo de 48 créditos al margen de la Tesis de Maestría.

2. Asistir regularmente a todas las asignaturas.

3. Tener un promedio general de calificaciones mayor a 70.

4. Haber obtenido por lo menos tres calificaciones de mayores o iguales a 75 en las materias MAT-412, MAT-411, MAT-413, MAT-422, MAT-421.

5. Desarrollar una tesis en algún tema de Matemática que esté aprobada por el Comité Académico del Postgrado en Matemática y defenderla públicamente.

15.20.1. Formato de Tesis de Maestría

La Tesis de Maestría es un trabajo de investigación sobre un tema no curricular de una de las áreas del Plan Académico de la Maestría en Matemática, por lo que el posgraduando, previa una revisión bibliográfica, debe escribir un reporte en formato de un trabajo de investigación avanzada con un nivel adecuadamente sustentable; con el enunciado explícito de los objetivos, un análisis sucinto de la problemática estudiada, las metas o tareas realizadas, el tema central de investigación, los resultados encontrados, las fuentes de información, así como también los beneficiarios del producto de la investigación; y, justificar el trabajo en función del impacto esperado a nivel local, regional, nacional o internacional.

Estructura de la Propuesta

Para facilitar la lectura por parte de la Comisión Revisora, para su posterior aprobación de la misma ante el Honorable Consejo de Carrera de Matemática, la propuesta de investigación debe contener como mínimo las siguientes partes con contenidos explicados brevemente:

1. **Título:**

   1.1) Título: Nombre del Trabajo de Investigación
   1.2) Autor: Nombre del estudiante
   1.3) Dirección: E-mail, casilla de correo, teléfono, etc. para contactos y correspondencia académicas

1.4) Tutor: Nombre del profesional Guía o Tutor de Tesis de Maestría (opcional)

2. **Introducción:**
En esta sección, se deben incluir claramente las consideraciones iniciales de la investigación propuesta, la justificación del trabajo, una revisión bibliográfica pertinente, la factibilidad e importancia, para el Estado y la Sociedad Civil, del quehacer científico residente.

3. **Antecedentes: (que hay)**
En esta sección, se debe incluir la descripción y el *análisis de los trabajos precedentes* al tema de investigación realizada, remarcando los resultados que se consiguieron y la importancia de seguir investigando en esta línea.

4. **Planteamiento del Problema: (por qué)**
En esta sección se debe *discutir* el tema de investigación, resaltando la contribución a los resultados de las investigaciones previas, justificando el tema elegido es objeto de interés teórico o aplicado; para ello, debe enunciarse claramente el problema que se resolvió y los resultados más importantes que se demostraron bajo señaladas hipótesis.

5. **Objetivos del Trabajo: (para qué)**
En esta sección se debe incluir claramente los *objetivos* de la investigación, así como las metas o tareas específicas que realizaron para conseguir los resultados esperados en función de los objetivos enunciados con relación al tema de investigación.

6. **Alcances: (hasta dónde)**
En esta sección se deben incluir las *delimitaciones* del trabajo de investigación, las posibles aplicaciones de los resultados y los beneficiarios de los resultados que pueden ser El Estado y la Sociedad Civil.

7. **Marco Teórico (respaldo)** Aquí debe estar presentada toda la teoría pertinente al trabajo de investigación, tanto de la matemática misma, así como de la ciencia aplicada, a fin de hasta cierto punto el trabajo sea autocontenido.

8. **Metodología: (cómo)**
En esta sección se describe *cómo* se desarrolló el trabajo de investigación; generalmente, se abordan primero el marco conceptual y el marco metodológico donde se contextualiza el problema planteado, para lo cual, se fijan fases de acuerdo a las características y complejidad de la investigación entorno al tema de investigación.

9. **Fuentes: (de dónde)**
En esta sección, se deben incluir las distintas *fuentes de información* que se consultaron para realizar el trabajo de investigación, como los libros, revistas, publicaciones en el internet, resultados útiles de otros trabajos de investigación. Finalmente, adjuntar las direcciones electrónicas de las fuentes o un listado bibliográfico en orden a su incidencia.

10. **Medios: (con qué)**
En esta sección se debe incluir la descripción de aquellos *instrumentos* que fueron utilizados para desarrollar la investigación conforme a la metodología adoptada.

11. **Contenido: (qué)**
    En esta sección, se debe incluir una secuencia temática desarrollada, configuradas según objetivos declarados previamente.

12. **Cronograma: (cuándo)**
    En esta sección se incluye la programación las actividades que condujeron a alcanzar los objetivos de la investigación.

Revisión de la Propuesta

Una vez concluida el trabajo final de grado, el estudiante deberá presentar el documento al Honorable Consejo de Carrera, solicitando la conformación de un comité revisor del trabajo; misma que podrá requerir al estudiante una exposición del trabajo en sesiones de semanario que considere convenientes, a fin de que, en el trabajo, se incluya todas las observaciones del tribunal antes de la defensa de la misma. Ante un informe positivo de del Tribunal Revisor, el Honorable Consejo de Carrera, o en su defecto, el Director de Carrera podrá autorizar la defensa del trabajo en una fecha determinada en coordinación con el tribunal de defensa de Tesis de Grado.

Capítulo 16

Programa de Asignaturas de la Maestría

16.1. Materias Obligatorias

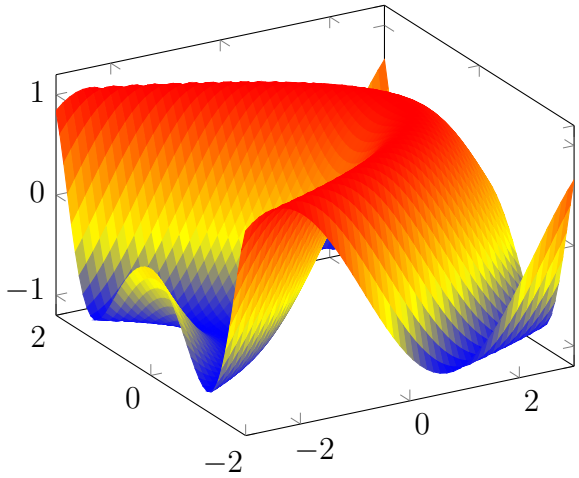

Figura 16.1: Superficie Diferenciable

MAT-412	Teoría de la Medida
MAT-411	Algebra Abstracta I
MAT-413	Topología
MAT-422	Análisis Funcional
MAT-421	Algebra Abstracta II
MAT-499	Tesis de Maestría

16.1.1. Primer Semestre

16.1.2. MAT-412: Teoría de la Medida

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Medida
Sigla:	MAT–412
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Construcción de los espacios de medida con la medida de Lebesgue Estudio de las funciones medibles en estos espacios de medida y propiedades. Y el estudio de los espacios L^p. Generalizando el conocimiento adquirido en el pregrado a espacios de medida más generales.

Competencias

Discierne los conceptos de conjuntos medibles, funciones medibles y define una medida sobre espacio de σ-álgebra. Desarrolla la teoría de integración en medida y estudia los espacios L^p y demuestra sus propiedades. Construye algunas medidas de interés a partir de ciertas funciones mas intuitivas.

Programa Sintético

Algebras de conjuntos y funciones medibles. Medida de Lebesgue. Propiedades. Integración. Espacios L^p. Medida producto. Diferenciación.

Contenidos analíticos

1. *Medida de Lebesgue:1.1* σ-algebras de conjuntos *1.2* La medida de Lebesgue *1.3* Existencia de conjuntos no medibles *1.4* Funciones medibles
2. *Integración:2.1* Funciones simples *2.2* Funciones integrables *2.3* Convergencia monótona *2.4* Teoremas de convergencia
3. *Los Espacios L^p:3.1* Definiciones *3.2* Espacios normados. Completitud *3.3* Relaciones entre los espacios L^p
4. *Medida producto:4.1* Definiciones *4.2* Teoremas de Tonelli, Fubini
5. *Diferenciación:5.1* Teorema de Lebesgue *5.2* Teorema de Vitali *5.3* Variación acotada. Continuidad absoluta

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			6	

Bibliografía

[1] Robert G. Bartle (1995), *The Elements of Integration and Lebesgue Measure*, John Wiley & Sons, Inc.
[2] H.L. Royden *Real Analysis*, Macmillan Publishing Co. Inc.
[3] Frank Jones, (2001), *Lebesgue Integration on Euclidean Spaces*, Jones and Bartlett Publishers, USA.

16.1.3. MAT-411: Álgebra Abstracta I

Identificación

Asignatura:	Álgebra Abstracta I
Sigla:	MAT–411
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Desarrollar extensiones de campos, teoría de Galois y anillos conmutativos. Demostrar teoremas analizando y reflexionado para profundizar la comprensión de los tópicos citados anteriormente.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de extensiones de campos, teoría de Galois y anillos conmutativos. Resuelve problemas teóricos y prácticos de la teoría desarrollada.

Programa Sintético

Dominios. Anillos de polinomios. Extensiones de campos. Teoría de Galois. Anillos Notherianos. Dominios de Dedekind. El nullstellensatz.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de Galois:1.1* Anillos de polinomios. DIPs, DFUs. *1.2* Extensiones de campos *1.3* Teoría de Galois *1.4* Separabilidad e Inseparabilidad
2. *Aplicaciones:2.1* Ciclotomía y Construcciones geométricas *2.2* Campos finitos *2.3* Extensiones transcendentales
3. *Anillos conmutativos:3.1* Teoria de ideales *3.2* Anillos noetherianos *3.3* Dominios de Dedekind *3.4* El nullstellensatz

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] I. Martin Isaacs, (1994), *Algebra. A graduate Course*, AMS, USA.
[2] D. Dummit, R. Foote (2004), *Abstract Algebra*, Third Ed., John Wiley & sons, Inc.

16.1.4. MAT-413: Topología

Identificación

Asignatura:	Topología
Sigla:	MAT–413
Area Curricular:	Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	4 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Desarrollar la teoría desde la topología básica hasta los estudios de homotopía, haces fibrados y complejos celulares.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades topológicas de espacio de funciones y homotopía, haces complejos y de fibrados celulares. Resuelve problemas teóricos y prácticos de topología en este contexto.

Programa Sintético

Conceptos fundamentales. Espacio de funciones y Homotopía. Haces Fibrados. Complejos celulares

Contenidos analíticos

1. *Conceptos Fundamentales1.1* Espacios Topológicos. Bases y sistemas fundamentales de vecindades *1.2* Interior, cerradura y frontera. Complementación *1.3* Continuidad. Topologías iniciales y finales. Topologías de subespacio, cociente, suma y producto *1.4* Compacidad. Teorema de Tychonoff. Propiedades locales *1.5* Conexidad. Conexidad por trayectorias. Propiedades locales *1.6* Separabilidad y numerabilidad de topologías. Convergencia de sucesiones *1.7* Lema de Urysohn y Teorema Tietze *1.8* Compactificación de espacios. Teoremas de metrización *1.9* Ejemplos: Topología euclideana, invariancia del dominio. Espacios métricos, grupos topológicos (grupos generales lineales, grupos ortogonales y unitarios, proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt), variedades (esferas, espacios proyectivos, superficies)
2. *Espacios de Funciones y Homotopía2.1* Espacios de funciones. Topologías compacto–abierta y de convergencia puntual *2.2* Adjunción y naturalidad. Continuidad de la composición y de la evaluación *2.3* Teoremas de Stone-Weierstrass y de Ascoli. Espacios de Baire *2.4* Homotopías entre curvas y funciones. Grupo fundamental *2.5* Conos y suspensiones. Extensión al cono *2.6* Espacios de lazos. Grupos de homotopía
3. *Haces Fibrados3.1* Haces localmente triviales *3.2* Paracompacidad. Particiones de la unidad *3.3* Levantamiento de funciones y homotopías en haces fibrados *3.4* Haces vectoriales. Ejemplo: haz tangente a una variedad *3.5* Variedades de Stiefel y de Grassmann. Haces universales *3.6* Espacios cubrientes. Levantamiento de curvas y funciones *3.7* Clasificación de espacios cubrientes. Cubierta universal. Grupo fundamental del círculo *3.8* Aplicaciones: Campos tangentes y puntos fijos, teorema de separación de Jordan, teorema fundamental del álgebra, clasificación de grupos topológicos. Teorema del punto fijo de Brouwer en dimensión 2
4. *Complejos Celulares4.1* Topologías cociente y espacios de adjunción *4.2* Complejos celulares y paracompacidad *4.3* Descomposición celular de esferas y de espacios proyectivos *4.4* Fibraciones de Hopf $S^{2n-1} \to S^n$ (únicos casos: $n = 1, 2, y8$) *4.5* Descomposición celular de variedades de Stiefel y de Grassmann *4.6* Extensión de funciones (cf. Teorema de Tietze) *4.7* Curvas homólogas y el primer grupo de homología de un espacio *4.8* Teorema de Poincaré-Hurewicz

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2						3						4			

Bibliografía

[1] Adams, J. F. (1972), *Algebraic topology: a student's guide*, Vol. 4. Cambridge University Press.

[2] Atiyah, M. F. y Anderson, D. W. (1967), *K-theory* Vol. 2. New York: WA Benjamin.

[3] Bourbaki, N. (1966). *General topology*, Part 1, Hermann, Paris and Addison-Wesley.

[4] James, Dugundji (1966), *Topology*, Allen and Bacon, Boston, MA.

16.1.5. Segundo Semestre

16.1.6. MAT-422: Análisis Funcional

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional
Sigla:	MAT–422
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre, Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Estudio de Espacios de Banach, Operadores continuos y Teoría espectral.

Competencias

Estudia y demuestra resultados en Espacios de Banach, operadores continuos y la teoría espectral en espacios de dimensión infinita, complementando la teoría analítica de dimensión finita.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia son *los Espacios de Banach* y *los Operadores continuos entre éstos.*

Analiza y demuestra las propiedades locales de curvas y superficies definidas por funciones diferenciables. Aplica los resultados en el desarrollo de la misma teoría y es capaz de generar ejemplos de curvas y superficies regulares, y resuelve problemas teóricos y prácticos de la geometría intrínseca con implementación computacional mediante un razonamiento deductivo, inductivo, por analogías o heurísticas apropiadas.

Programa Sintético

Espacios de Banach. Operadores continuos. Espacios de Hilbert. Teoría espectral de operadores continuos. Operadores Compactos. Operadores Auto-adjuntos.

Contenidos analíticos

1. *Espacios de Banach:1.1* Definiciones y ejemplos *1.2* Subespacios *1.3* Funcionales Lineales *1.4* Teorema de Hanh-Banch
2. *Operadores Continuos:2.1* Definiciones y propiedades *2.2* Principio de acotación uniforme *2.3* El espacio nulo y el espacio rango
3. *Espacios de Hilbert:3.1* Definiciones *3.2* Funcionales lineales *3.3* Transformaciones unitarias
4. *Teoría Espectral de Operadores continuos:4.1* El espectro *4.2* Radio espectral
5. *Operadores compactos:5.1* Operadores compactos y de Hilbert-Schmidt *5.2* Teorema espectral de operadores compactos
6. *Operadores auto-adjuntos:6.1* Definiciones *6.2* Espectro puntual, continuo *6.3* Teorema espectral de operadores autoadjuntos

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %,

la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Erwin Kreyszig, (1989), *Introductory Functional Analysis with Applications*, John Wiley & Sons, USA.
[2] Edgar R. Lorch (1962), *Spectral Theory*, Oxford University Press.
[3] Robert J. Zimmer (1984), *Essential Results of Functional Analysis*, The University of Chicago Press, USA.
[4] Walter Rudin, (1991), *Functional Analysis*, Mc Graw Hill, USA.

16.1.7. MAT-421: Álgebra Abstracta II

Identificación

Asignatura:	Álgebra Abstracta II
Sigla:	MAT–421
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo semestre, maestria
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Desarrollar las teorías de Grupos, Anillos y Módulos.

Competencias

Estudia y demuestra resultados de estructuras algebraicas se constituye en un área fundamental de la matemática como grupos, anillos y módulos. Analiza estructuras algebraicas no conmutativas y la construcción de los morfismos en éstas.

Programa Sintético

Grupos. Acciones de grupos. Grupos nilpotentes y solubles. Anillos. Ideales. Módulos.

Contenidos analíticos

1. *Grupos:1.1* Definiciones. Ejemplos *1.2* Subgrupos. Clases Laterales *1.3* Morfismos de grupos *1.4* Acciones de grupos
2. *Teorema de Sylow. Otras construcciones:2.1* Teorema de Sylow. p-Grupos *2.2* Grupos de permutaciones *2.3* Producto directo. Producto semidirecto *2.4* Grupos nilpotentes. Grupos solubles
3. *Anillos no conmutativos:3.1* Anillos. Ideales. Módulos *3.2* Módulos simples. Anillos primitivos *3.3* Anillos Artinianos. Módulos proyectivos

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] I. Martin Isaacs, (1994), *Algebra. A graduate Course*, AMS, USA.
[2] D. Dummit, R. Foote (2004), *Abstract Algebra*, Third Ed., John Wiley & sons, Inc.

16.1.8. MAT-499: Tesis de Maestría

Identificación

Asignatura:	Tesis de Maestría
Sigla:	MAT–499
Area Curricular:	Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	10 por semana en una sesión
Créditos:	12
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

La Tesis es un trabajo riguroso que muestra la capacidad del maestrante de desarrollar un tema de la matemática del nivel propio de una maestría. El trabajo debe mostrar dominio, rigor y manejo amplio de bibliografía actualizada y artículos, tanto seminales como recientes.

Competencias

Realiza toda la investigación básica y necesaria para alcanzar los objetivos planteados en el Perfil de Tesis. Analiza y conoce lo suficiente los temas desarrollados entorno del resultado principal del trabajo realizado bajo los alcances planteados en el perfil de investigación.

Programa

La Tesis es un trabajo riguroso que muestra la capacidad del maestrante de desarrollar trabajo completo en un área de la matemática con nivel propio de una maestría. El trabajo debe mostrar dominio, rigor y manejo amplio de bibliografía actualizada y artículos, tanto seminales como recientes.

Estructura de Evaluación

La evaluación de la asignatura es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser), demostrada en la defensa de tesis donde el aspirante al grado de Maestría debe realizar su exposición con un adecuado lenguaje matemático y dar respuestas satisfactorias a todas las preguntas formuladas por el tribunal y el público asistente. El tribunal en reunión reservada asigna una nota final inapelable donde también participa el Tutor de Tesis.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos de aplicación del proceso curricular del Proyecto de Grado es guiar al alumno investigador de manera que aplique procesos de razonamiento *inductivo* y/o *deductivo* en el desarrollo de su tema de investigación con *descubrimiento propio, dialogado, programado, heurístico y demostrativo* que permita al estudiante demostrar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico y rigor lógico en demostrar resultados teóricos en el marco de un lenguaje matemático formal. Para el desarrollo del proyecto el alumno dispone de equipos audio visuales, laboratorios de computación con internet, aplicaciones computacionales, material impreso o digital y una Biblioteca especializada que permite tanto al tutor como al estudiante analizar la teoría y realizar practicas de simulación o de implementación según sea el contexto de la investigación.

Tutoría de Tesis

El trabajo final de maestría como un Trabajo de Grado es realizado por el propio participante con una orientación de un docente que actúa como tutor académico. Las tareas o laboratorios realizados en este proyecto de investigación son monitoriadas por el tutor y la evaluación corresponde al un Tribunal nombrada por el Honorable Consejo de Carrera.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste exposiciones en detalle de todos los temas desarrollados ante un tribunal nombrado por el HCC en varias sesiones en la modalidad de seminarios semanales. Con un informe satisfactorio del tribunal de seminarios, la Carrera autoriza la fecha de la defensa, donde el estudiante hace una presentación formal de su trabajo realizando ante un tribunal en una sesión pública. El tribunal en reunión reservada delibera y prepara un acta de defensa de tesis donde está una breve descripción de la defensa, la calificación final cuantitativa y opcionalmente una valoración cualitativa.

Cronograma de Avance

El cronograma del trabajo está planteado específicamente por cada estudiante investigador. Sin embargo, una programación sugerida sigue las siguientes pautas

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Revisión Bibliográfica	X	X																		
Preliminares			X	X																
Marco Teórico					X	X	X	X												
Marco Metodológico									X	X	X	X	X	X						
Conclusiones															X					
Seminarios																X	X	X	X	
Defensa de Tesis																				X

Bibliografía

Bibliografía especializada según el plan la temática de trabajo. Por el nivel del trabajo, se espera que varias de las referencias sean libros y artículos científicos recientemente publicados.

16.2. Materias Electivas

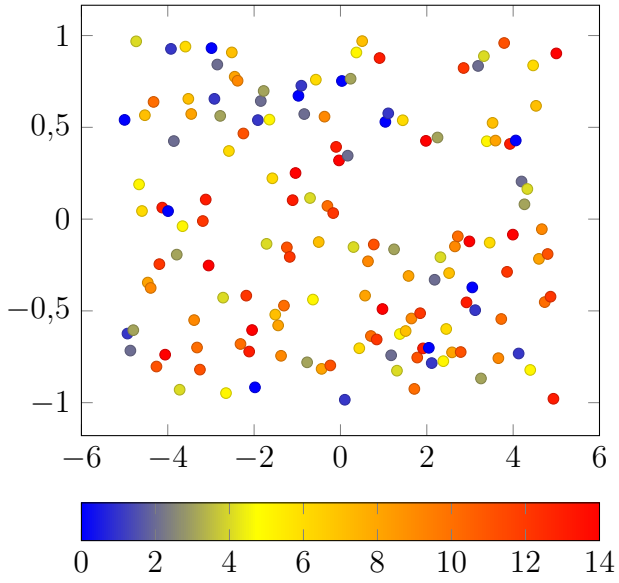

Figura 16.2: Datos aleatorios

MAT-431	Topología Algebraica
MAT-441	Algebras de Banach
MAT-451	Algebra Homológica
MAT-455	Teoría de Ecuaciones Diferenciales
MAT-454	Teoría de Control
MAT-453	Geometría Algebraica
MAT-435	Sistemas Dinámicos
MAT-443	Superficies de Riemann
MAT-434	Teoría de Matrices
MAT-444	Matrices no Negativas
MAT-418	Análisis Convexo y Aplicaciones
MAT-416	Teoría de Juegos y Aplicaciones
MAT-428	Teoría de Optimización Dinámica
MAT-428	Teoría Matemática de Probabilidades
MAT-438	Tópicos de Teoría de Optimización
MAT-464	Análisis Matricial Aplicado
MAT-447	Tópicos de Física Matemática
MAT-465	Sistemas Dinámicos Aplicados
MAT-432	Análisis Funcional Aplicado
MAT-448	Tópicos de Optimización Aplicada
MAT-458	Análisis Numérico
MAT-447	Teoría de Mineria de Datos

16.2.1. MAT-431: Topología Algebraica

Identificación

Asignatura:	Topología Algebraica
Sigla:	MAT–431
Area Curricular:	Topología y Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Electiva de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

La materia tiene como objetivo general ser una introducción amplia a la Topología Algébrica, que permita presentar algunos de sus métodos y herramientas y aplicarlos a la resolución de problemas, especialmente geométricos y algebraicos. Específicamente, los métodos y herramientas en el ámbito de la homotopía, grupo fundamental, cubrimientos, homología singular y complejos de cadenas. La interrelación entre teorías diversas facilita la consolidación de los conocimientos adquiridos y el proceso de maduración matemática, favoreciendo su comprensión unitaria y preparando al estudiante para posteriores desarrollos. Introducir y familiarizar a los estudiantes con los conocimientos básicos y las técnicas de Topología Algebraica más utilizadas en otras ramas de las matemáticas y, en particular, en las líneas de investigación de la Carrera.

Competencias

Utiliza el funtor grupo fundamental para abordar problemas geométricos. Ser capaz de calcular el grupo fundamental de espacios simples; en particular, de las superficies. Conoce revestimientos de espacios comunes; en particular, sus revestimientos universales. Calcula sus grupos de automorfismos. Manejar cocientes de espacios por la acción de grupos finitos. Calcula la homología de espacios simples, especialmente, de complejos esféricos. Resolver problemas geométricos sencillos usando la homología. Conoce ejemplos y contraejemplos de espacios que ilustren las propiedades estudiadas. Como competencia transversal, dedica atención al uso de la lengua inglesa, proponiendo lecturas idóneas e insistiendo en la presencia del léxico matemático en inglés.

Programa Sintético

Homotopía. El Grupo Fundamental. Proyecciones de cubrimientos. Cubrimientos y Grupo Fundamental. Homología Singular. Complejos de Cadenas (CW).

Contenidos analíticos

1. *Homotopía1.1* Funciones homótopas *1.2* Retración y Deformación *1.3* Tipo de homotopía *1.4* Espacios contráctiles
2. *El Grupo Fundamental2.1* Homotopía de caminos *2.2* El Grupo Fundamental *2.3* Espacios simplemente conexos *2.4* Grupo Fundamental da Circunferencia
3. *Proyecciones de cubrimientos3.1* Espacios de cubrimiento *3.2* Propiedades de Levantamiento
4. *Cubrimientos y Grupo Fundamental4.1* Acciones propiamente discontinuas *4.2* Automorfismos de cubrimientos *4.3* Cubrimiento universal *4.4* Clasificación de los espacios de cubrimiento
5. *Homología Singular5.1* Introducción. Homología simplicial. *5.2* El complejo de cadenas singulares. Homología singular. *5.3* El axioma da dimensión. Homología reducida. *5.4* Invarianza homotópica.
6. *Complejos de Cadenas (CW)6.1* La categoría de complejos de cadenas. *6.2* Sucesiones exactas de homología. *6.3* Escisión y sucesión de Mayer-Vietoris *6.4* Homología con coeficientes *6.5* Algunas aplicaciones de la Homología

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2		3			4			5				6			

Bibliografía

[1] Massey, W. S., *Introducción a la Topología Algebraica*, Editorial Reverté, Barcelona, 1972.

[2] Bredon, G. E., *Topology and Geometry*, Springer-Verlag, Berlin, 1993.

[3] Munkres, J. R., *Topología*, Prentice Hall, Madrid, 2002

[4] Greenberg, M. J. and Harper, J. R., *Algebraic Topology: a first course*, Benjamin, Massachusetts, 1981.

[5] Hatcher, A., *Algebraic topology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2002. Disponible en `http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/AT.pdf`

[6] Kinsey, L. C., *Topology of Surfaces*, Undergraduate Texts in Mathematics, Springer-Verlag, New York, 1993

[7] Lee, J.M., *Introduction to Topological Manifolds*, Springer-Verlag, Berlin, 2000

[8] May, J.P., *A Concise course in algebraic topology*, University of Chicago Press, Chicago, 1999

[9] Spanier, E., *Algebraic Topology*, Springer-Verlag, Berlin, 1995.

[10] Wallace, A., Algebraic Topology, Pergamon Press, London, 1963

16.2.2. MAT-441: Algebras de Banach

Identificación

Asignatura:	Algebras de Banach
Sigla:	MAT–441
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer Semestre, Electiva, Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Estudio de Algebras de Banach, Algebras de Banach conmutativas y Teoría espectral de éstas.

Competencias

Estudia Algebras de Banach en el espacios de operadores como un complementando el Análisis Funcional.

Programa Sintético

Algebras de Banach. Algebras de Banach conmutativas. Operadores acotados en espacios de Hilbert.

Contenidos analíticos

1. *Algebras de Banach:1.1* Definiciones y ejemplos *1.2* Teoría espectral *1.3* Grupo de elementos inversibles
2. *Algebras de Banach conmutativas:2.1* Definiciones y propiedades *2.2* Ideales y homomorfismos *2.3* La transformada de Gelfand
3. *Operadores acotados en espacios de Hilbert:3.1* Definiciones *3.2* Resolución de la identidad *3.3* Teorema espectral *3.4* Operadores Normales, Positivos

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1						2										3			

Bibliografía

[1] Walter Rudin, (1991), *Functional Analysis*, Mc Graw Hill, USA.

16.2.3. MAT-451: Álgebra Homológica

Identificación

Asignatura:	Álgebra Homológica
Sigla:	MAT–451
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer semestre, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Construcción de grupos de homología y cohomología en las categorías de módulos y grupos.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades módulos proyectivos, inyectivos y planos. Desarrolla la (co) homología de módulos y de grupos.

Programa Sintético

Categorías. Módulos proyectivos, inyectivos, planos. (co)Homología de módulos. (co)Homología de grupos.

Contenidos analíticos

1. *Categorías:1.1* Definiciones y ejemplos *1.2* Propiedades
2. *Módulos proyectivos, inyectivos, planos:2.1* Definiciones y ejemplos *2.2* Sucesiones (semi)exactas
3. *(co)Homología de módulos:3.1* Existencia de resoluciones proyectivas, inyectivas *3.2* Los funtores Hom, $\otimes$, Ext, Tor. *3.3* Grupos de homología *3.4* Grupos de cohomología
4. *(co)Homología de grupos:4.1* Definiciones *4.2* Los grupos de cohomología H^0, H^1, H^2.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="4">1</td><td colspan="6">2</td><td colspan="6">3</td><td colspan="4">4</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Joseph J. Rotman, (2009), *Introduction to Homological Algebra*, 2nd Edition, Springer, USA.
[2] Emilio Lluis Puebla (1985), *Álgebra homológica, Teoría de Categorias y K-Teoria*, UNAM, México.

16.2.4. MAT-455: Teoría de Ecuaciones Diferenciales

Identificación

Asignatura:	Teoría de Ecuaciones Diferenciales
Sigla:	MAT–455
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Electiva, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Establecer los teoremas de existencia, unicidad y dependencia de parámetros. El estudio de la teoría cualitativa de estas ecuaciones.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de ecuaciones diferenciales estableciendo el Teorema de existencia y unicidad de soluciones y el teorema de dependencia de parámetros. Estudia la estabilidad de sistemas lineales en el marco de la teoría cualitativa.

Programa Sintético

Teoremas de existencia y unicidad, dependencia de parámetroas. Sistemas lineales. Teoría cualitativa.

Contenidos analíticos

1. *Fundamentos:1.1* Existencia y unicidad de soluciones *1.2* Dependencia de condiciones iniciales y parámetros
2. *Sistemas de ecuaciones lineales:2.1* Sistemas con coeficientes constantes *2.2* Conjugación de sistemas *2.3* Clasificación de sistemas hiperbólicos
3. *Teoría cualitativa:3.1* Campos vectoriales y flujos *3.2* Retrato de fase *3.3* Equivalencia y conjugación *3.4* Conjuntos α-limite y ω-limite *3.5* El Teorema de Poincare-Bendixon

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2								3							

Bibliografía

[1] Jorge Sotomayor (1979), *Lecciones de ecuaciones diferenciales ordinarias*, IMPA, CNPq.

[2] S. Smale, M. Hirsch (1974) *Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra*, Academic Press. Inc.

[3] E. Coddington, N. Levinson (1955), *Theory of Ordinary Differential Equations*, McGraw-Hill.

16.2.5. MAT-454: Teoría de Control

Identificación

Asignatura:	Teoría de Control
Sigla:	MAT–4541
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Electiva de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Estudiar los procesos que nos rodean y a los cuales se interesa controlar mediante una clase de sistemas de control lineales basadas en sistemas de control, conjuntos de control, controles admisibles y el criterio de Kalman.

Competencias

Estudia, analiza y resuelve procesos controlables lineales mediante sistemas de control, controles admisible y el criterio de Kalman.

Programa Sintético

Introducción. Controlabilidad. Controles Admisibles.

Contenidos analíticos

1. *Introducción1.1* Conceptos Básicos. *1.2* Problema de Control. *1.3* Controlabilidad.
2. *Controlabilidad2.1* Resultados generales. *2.2* El caso Lineal. *2.3* Controlabilidad de sistemas autónomos.
3. *Controles Admisibles3.1* Controles especiales. *3.2* Controles Bang-Bang.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="4">1</td><td colspan="8">2</td><td colspan="8">3</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Jack Macki and Aaron Strauss, (1982), *Introduction to optimal control theory*, Ed. Springer-Verlag, New York.

16.2.6. MAT-453: Geometría Algebraica

Identificación

Asignatura:	Geometría Algebraica
Sigla:	MAT–453
Area Curricular:	Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Electiva, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Estudiar las soluciones de los sistemas de ecuaciones algebraicas en el espacio afín o proyectivo, es decir, estudiar las variedades algebraicas y su clasificación.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de variedades algebraicas y complejas. Resuelve problemas teóricos y prácticos de funciones algebraicas con la aplicación del Teorema de Riemann–Roch.

Programa Sintético

Preliminares. Variedades Algebraicas. Dimensión. Variedades Complejas. Cuerpos Métricos. Funciones Algebraicas I. Funciones Algebraicas II. El Teorema de Riemann–Roch. Consecuencias del Teorema de Riemann–Roch. Integrales Abelianas. Funciones Elípticas.

Contenidos analíticos

1. *Preliminares:1.1* Anillos noetherianos *1.2* Extensiones enteras *1.3* El lema de Nakayama *1.4* Extensiones trascendentes *1.5* Anillos de series normales de potencias *1.6* Funciones holomorfas de varias variables *1.7* Variedades analíticas *1.8* Toros complejos
2. *Variedades Algebraicas:2.1* Variedades afines *2.2* Variedades proyectivas *2.3* Variedades cuasiproyectivas *2.4* Producto de variedades. *2.5* Aplicaciones racionales
3. *Dimensión:3.1* Aplicaciones finitas *3.2* La dimensión de un conjunto algebraico *3.3* Variedades tangentes y diferenciables *3.4* Puntos regulares *3.5* Inmersión de variedades *3.6* Curvas algebraicas
4. *Variedades Complejas:4.1* Las estructuras topológica y analítica *4.2* El teorema de conexión *4.3* Variedades proyectivas *4.4* Superficies de Riemann *4.5* El teorema de Lefschets
5. *Cuerpos Métricos:5.1* Valores absolutos *5.2* Valoraciones. *5.3* Cuerpos de series formales de potencias. *5.4* El lema de Hensel *5.5* Extensión de valores absolutos.
6. *Funciones Algebraicas I:6.1* Cuerpos de funciones algebraicas *6.2* Divisores primos *6.3* Funciones algebraicas complejas. *6.4* La aritmética de los divisores primos
7. *Funciones Algebraicas II:7.1* Divisores *7.2* Intersección de curvas *7.3* Diferentes *7.4* Extensiones de constantes
8. *El Teorema de Riemann–Roch:8.1* Diferenciales de series de potencias *8.2* Diferenciales de funciones algebraicas *8.3* La dimensión de un divisor *8.4* El teorema de Riemann – Roch
9. *Consecuencias del Teorema de Riemann–Roch:9.1* Consecuencias inmediatas *9.2* Cuerpos de funciones elípticas *9.3* Formas diferenciales *9.4* Cuerpos de constantes finitos
10. *Integrales Abelianas:10.1* Homología y Cohomología *10.2* Integración de formas meromorfas *10.3* El teorema de Abel *10.4* El teorema de inversión de Jacobi *10.5* Integrales elípticas
11. *Funciones Elípticas:11.1* Funciones doblemente periódicas *11.2* Curvas elípticas reales *11.3* Las funciones sigma y dseta *11.4* Las funciones de Jacobi

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1	2		3		4		5		6		7		8		9		10		11

Bibliografía

[1] Carlos Ivorra Castillo, *Geometría Algebraica*

[2] Fulton, W. (1971), *Curvas algebraicas-introducción a la geometría algebraica*, Reverté.

[3] Fernando Sancho de Salas y Pedro Sancho de Salas, *Álgebra Conmutativa y Geometría Algebraica*

16.2.7. MAT-435: Sistemas Dinámicos

Identificación

Asignatura:	Sistemas Dinámicos
Sigla:	MAT–435
Area Curricular:	Sistemas Dinámicos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Estudia la invarianza topológica asintóticos, la teoría ergódica y el principio variacional.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de sistemas dinámicos en el contexto del estudio de la invarianza topológica asintótica y la teoría ergódica.

Contenido Sintético

Introducción. Equivalencia, clasificación e Invarianza. Clases principales de invariantes topológicos asintóticos. Introducción a la teoría ergódica. Principio Variacional.

Programa

1. *Introducción:1.1* Aplicaciones lineales. *1.2* Rotaciones del círculo. *1.3* Traslaciones en el toro. *1.4* Flujos lineales en el toro y sistemas completamente integrables. *1.5* Flujos gradientes. *1.6* Aplicaciones expansoras. *1.7* Automorfismos hiperbólicos del todo. *1.8* Sistemas dinámicos simbólicos.
2. *Equivalencia, clasificación e Invarianza:2.1* Conjugación diferenciable para aplicaciones y flujos. *2.2* Conjugación topológica y estabilidad estructural. *2.3* Clasificación topológica de aplicaciones expansoras del círculo. *2.4* Particiones de Markov y herraduras. *2.5* Estabilidad de automorfismos hiperbólicos. *2.6* Método iterativo de Newton. *2.7* Teorema de Pioncaré-Siegel Cociclos y ecuaciones cohomológicas.
3. *Clases principales de invariantes topológicos asintóticos:3.1* Entropía topológica y su cálculo.
4. *Introducción a la teoría ergódica:4.1* Teorema de recurrencia de Poincaré. *4.2* Teorema ergódico de Birkhoff. *4.3* Existencia de medidas invariantes para transformaciones continuas. *4.4* Transformaciones ergódicas.
5. *Principio Variacional:5.1* Entropía métrica. *5.2* Ejemplos de cálculo. *5.3* Enunciado del principio Variacional.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Conforme a las políticas académicas del Plan de Estudios, En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="2">1</td><td colspan="6">2</td><td colspan="6">3</td><td colspan="3">4</td><td colspan="3">5</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Katok A., Hasselblatt B. *Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems*, Cambridge University Press, 1995.

[2] Viana M., Oliveira K. *Fundamentos da Teoria Ergódica*, Sociedade Brasileira de Matemática, 2014.

[3] Brin M., Stuck G. *Introduction to Dynamical Systems*, Cambridge University Press, 2002.

[4] Katok A., Hasselblatt B. *A first Course in Dynamical Systems with a Panorama of Recent Developments*, Cambridge University Press, 2003.

16.2.8. MAT-443: Superficies de Riemann

Identificación

Asignatura:	Superficies de Riemann
Sigla:	MAT–443
Area Curricular:	Sistemas Dinámicos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Profundizar la teoría de Superficies de Riemann con el análisis de teoremas de uniformización y el estudio de formas diferenciables en superficies compactas.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de Superficies de Riemann aplicando el teorema de uniformización. Estudia funciones y formas diferenciables en superficies compactas.

Contenido Sintético

Conceptos básicos. Teorema de Uniformización. Funciones y forma diferenciales en superficies compactas.

Programa

1. *Conceptos Básicos:1.1* Definición de superficie de Riemann y ejemplos: Toros complejos y curvas algebraicas. *1.2* Repaso espacios de recubrimiento y grupo fundamental. *1.3* Funciones armónicas y subarmónicas. *1.4* Problema de Dirichlet. *1.5* Funciones armónicas en superficies de Riemann. *1.6* Teorema de Perron. Funciones de Green en superficies hiperbólicas. *1.7* Formas diferenciables. *1.8* Funciones de Green en superficies no hiperbólicas.
2. *Teorema de Uniformización:2.1* Caso hiperbólico. *2.2* Caso no hiperbólico. *2.3* Superficies de Riemann con grupo fundamental abeliano. *2.4* Funciones holomorfas entre superficies de Riemann.
3. *Funciones y forma diferenciales en superficies compactas:3.1* *3.2* Funciones e diferenciais meromorfas. *3.3* Fórmula de Hurwitz. *3.4* Teorema de Riemann-Roch

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el

cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2										3					

Bibliografía

[1] Farkas, H., Kra, I. *Riemann Surfaces*, Berlin, Springer-Verlag, 1980.
[2] Donalson S. *Riemann Surfaces*, Oxford University Press, 2011.
[3] Reyssat, E. *Quelques Aspects des surfaces de Riemann*, Birkäuser, 1989.

16.2.9. MAT-434: Teoría de Matrices

Identificación

Asignatura:	Teoría de Matrices
Sigla:	MAT–434
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objeto de la materia

Los objetos de la materia son básicamente las matrices, sus autovalores y autovectores; y algunos tipos de matrices especiales

Objetivos

1. Desarrollar un conjunto de tópicos, en Teoría de Matrices, más avanzados junto con sus aplicaciones, de amplia utilidad en investigaciones científicas modernas.
2. Familiarizar al alumno con la Teoría de Perron-Frobenius, una de las áreas de mayor desarrollo en álgebra lineal, donde, en particular, se contextualiza el Problema Inverso para Autovalores, una activa área de investigación de nuestra unidad.

Competencias

Analiza un conjunto de tópicos de la teoría de matrices mas avanzados junto a sus aplicaciones en investigaciones científicas.

Contenido Sintético

Espacios vectoriales, Autopares, Teorema de triangularización de Schur, Formas canónicas, Localización y perturbación de autovalores, Inercia, Normas matriciales y vectoriales, Matrices especiales, Teorema de Perron-Frobenius, Productos de matrices, Funciones matriciales.

Programa

1. *Espacios Vectoriales:1.1* Espacios vectoriales, *1.2* Producto Interior, *1.3* Determinante, *1.4* Rango.
2. *Autopares:2.1* Autovalores, *2.2* Autovectores, *2.3* Polinomio Característico
3. *Teorema detriangularización de Schur:3.1* Teorema de Schur, *3.2* Teorema Espectral para matrices Normales, *3.3* Descomposición en valores singulares de una matriz, *3.4* Diagonalización y *3.5* Diagonalización Simultánea.
4. *Formas Canónicas:4.1* Formas canónicas Reales y Complejas.
5. *Localización y Perturbación de Autovalores:5.1* Cuocientes de Rayleigh, *5.2* Caracterizaciones Variacionales, *5.3* Desigualdades de Haddamard.
6. *Inercia:6.1* Inercia, *6.2* Matrices por Bloques, *6.3* Complemento de Schur, *6.4* Fórmulas de Inversión.
7. *Normas Matriciales y Vectoriales:7.1* Normas matriciales y vectoriales, *7.2* Normas Invariantes Unitarias, *7.3* Normas de Ky-Fan.
8. *Matrices Especiales:8.1* Matriz de Toeplitz, *8.2* Circulante, *8.3* Vandermonde, *8.4* Hankel, *8.5* Heissenberg.
9. *Teorema de Perron-Frobenius:9.1* Matrices No Negativas, *9.2* Positivas y Estocásticas. *9.3* Teoremas de Perron-Frobenius para autovalores. *9.4* Grafos Dirigidos.
10. *Productos de matrices:10.1* Producto de Kronecker, Hadamard, y Katri-Rao.
11. *Ecuaciones Matriciales:11.1* Ecuaciones matriciales,Matrices Estables, *11.2* Teoremas de Lyapunov.
12. *Funciones matriciales:12.1* Matriz Raíz Cuadrada,Series de Potencia, *12.2* Convergencia.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Auxiliatura de docencia

Conforme a las políticas académicas del Plan de Estudios, En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4		5		6		7		8		9	

Bibliografía

[1] Roger A. Horn, Charles R. Johnson. *Matrix Analysis*
[2] Rajendra Bathia. *Matrix Analysis*
[3] Roger A. Horn, Charles R. Johnson. *Topics in Matrix Analysis*
[4] Henryk Minc. *Nonegative Matrices*, 1988
[5] Carl D. Meyer. *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, SIAM 2000.

16.2.10. MAT-444: Matrices No Negativas

Identificación

Asignatura:	Matrices No Negativas
Sigla:	MAT–444
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

1. Estudiar las Propiedades Espectrales de Matrices No Negativas.
2. Estudiar acerca de la Localización del Autovalor Maximal.
3. Estudiar acerca de Matrices Primitivas e Imprimitivas.
4. Estudiar sobre las propiedades estructurales de Matrices No Negativas.
5. Estudiar sobre las Matrices Doblemente Estocásticas.

Competencias

Estudia las propiedades espectrales de matrices no negativas. Deduce algoritmos de búsqueda de autovalores y el autovalor maximal. Además estudia las propiedades estructurales de este tipo de matrices y de matrices doblemente estocástica.

Contenido Sintético

Propiedades Espectrales de Matrices No Negativas. Localización de AutovalorMaximal. Matrices Primitivas e Imprimitivas. Propiedades Estructurales de Matrices No Negativas. Matrices Doblemente Estocásticas. Introducción a Problemas Inversos de Autovalores. Propiedades espectrales de las matrices no negativas.

Programa

1. *Propiedades Espectrales de Matrices No Negativas.*
2. *Localización de Autovalor Maximal.*
3. *Matrices Primitivas e Imprimitivas.*
4. *Propiedades Estructurales de Matrices No Negativas.*
5. *Matrices Doblemente Estocásticas.*
6. *Introducción a Problemas Inversos de Autovalores.*
7. *Propiedades espectrales de las matrices no negativas.*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2			3			4			5			6			7	

Bibliografía

[1] Henryk Minc. *Non Negative Matrices*, A. Wiley-IntersciencePublication. John Wiley & Sons.
[2] Roger A. Horn, Charles R. Johnson. *Matrix Analysis*, Cambidge University Press.

16.2.11. MAT-418: Análisis Convexo y Aplicaciones

Identificación

Asignatura:	Análisis Convexo y Aplicaciones
Sigla:	MAT–418
Area Curricular:	Optimización Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer semestre, maestria
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos

Estudiar el Análisis Convexo y los fundamentos de la optimización, generalizando la teoría basada en supuestos de diferenciabilidad. Desarrollar la teoría de Dualidad y sus implicaciones en optimización, además de su interpretación tanto de la propia dualidad como de los multiplicadores lagrangeanos.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de convexidad y optimización, convexidad poliédrica. Deduce e implementa problemas de optimización condicionada con multiplicadores de Lagrange y estudia la dualidad Lagrangeana.

Programa Sintético

Concepto básicos. Convexidad y Optimización. Convexidad Poliédrica. Subgradientes y Optimización Condicionada. Multiplicadores de Lagrange. Dualidad Lagrangeana.

Contenidos analíticos

1. *Concepto básicos:1.1* Conjuntos convexos. *1.2* Funciones convexas. *1.3* Cápsulas convexas y afines. *1.4* Conos de descenso.
2. *Convexidad y Optimización:2.1* Mínimo global y mínimo local. *2.2* El Teorema de la Proyección. *2.3* Direcciones de descenso y existencia de soluciones óptimas. *2.4* Hiperplanos. *2.5* Forma elemental de dualidad. *2.6* Puntos Silla y Teoría Minimax.
3. *Convexidad Poliédrica:3.1* Cono polar. *3.2* Conos poliédricos y Conjuntos poliédricos. *3.3* Puntos extremos. *3.4* Aspectos poliédricos de Optimización. *3.5* Aspectos poliédricos de Dualidad.
4. *Subgradientes y Optimización Condicionada:4.1* Derivadas direccionales. *4.2* Subgradientes y subdiferenciales. *4.3* epsilon-Subgradientes. *4.4* Subgradientes de funciones real-valuadas extendidas. *4.5* Derivada direccional de la función Max. *4.6* Aproximaciones cónicas. *4.7* Condiciones de optimalidad.
5. *Multiplicadores de Lagrange:5.1* Introducción. *5.2* Condiciones de Fritz-John. *5.3* Multiplicadores de Lagrange.
6. *Dualidad Lagrangeana:6.1* Multiplicadores geométricos. *6.2* Teoría de Dualidad. *6.3* Dualidad en Programación Lineal y Programación Cuadrática. *6.4* Dualidad Fuerte de la Función Primal. *6.5* Condiciones de Fritz-John donde no hay solución óptima.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Bertsekas, D. *Convex Analysis and Optimization*, MIT. Athena Scientific, 2003.
[2] Magaril-Ilyaev, G; Tikhomirov, V. *Convex Analysis: Theory and Applications*, AMS, 2003.
[3] Rockafelllar, T. *Convex Analysis*, Princeton University Press, 1970.
[4] Krantz, S. *Convex Analysis*, CRC Press, 2015.

16.2.12. MAT-416: Teoría de Juegos y Aplicaciones

Identificación

Asignatura:	Teoría de Juegos y Aplicaciones
Sigla:	MAT–416
Area Curricular:	Modelización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

La Teoría de Juegos puede definirse como el estudio de los modelos matemáticos de conflicto y cooperación entre personas que realizan decisiones racionales. La Teoría de Juegos proporciona técnicas matemáticas generales para analizar situaciones en las que dos o más individuos realizan decisiones que van a influir en la situación de bienestar de otros. Esta área de la matemática relativamente nueva, tiene una amplia variedad de aplicaciones en campos diversos entre los cuales cabe mencionar: economía, ciencias políticas, mercadeo, biología, psicología, negociación y otras

Competencias

Comprende y emplea conceptos fundamentales referidos a Teoría de Juegos competitivos y cooperativos. Detecta situaciones en la vida real que involucran comportamientos estratégicos . Modeliza y resuelve problemas de la realidad aplicando conceptos y métodos propios de la Teoría de Juegos.

Programa

1. *Introducción a la Teoría de la Decisión.*
2. *Juegos Estratégicos.*
3. *Juegos Extensivos.*
4. *Juegos con información incompleta.*
5. *Juegos cooperativos.*

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="4">1</td><td colspan="5">2</td><td colspan="6">3</td><td colspan="3">4</td><td colspan="3">5</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Julio Gonzales Diaz, Ignacio Garcia Jurado, M. Gloria Fiestras Janeiro, *An Introductory Course on Mathematical Game Theory*, American Mathematical Society.

[2] Vladimir Mazalov, *Mathematical Game Theory and Applications*, Ed. Wiley, United Kingdom. 2014.

[3] Antonia J. Jones, *Game Theory, Mathematical Models of Conflict*, Woodhead Publishing, 2000.

[4] William Spaniel, *Game Theory 101, The Complete Textbook*, Create Space Independent Publishing Platform, 2011.

[5] Ken Binmore, *Playing for Real, a text on Game Theory*, Oxford University Press . Inglaterra, 2007

[6] Steven Tadelis, *Game Theory, an introduction*, Princeton University Press, 2013

16.2.13. MAT-428: Teoría de Optimización Dinámica

Identificación

Asignatura:	Teoría de Optimización Dinámica
Sigla:	MAT–428
Area Curricular:	Optimización Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo semestre, maestria
Horas Prácticas:	6 por semana
Horas Laboratorio:	2 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática Aplicada

Objetivos

Estudiar la optimización dinámica de manera que el estudiante adquiera una visión completa del tema, desde el Cálculo de variaciones hasta el Control Óptimo sin dejar la Programación Dinámica y la relación entre estos temas.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de la teoría de optimización dinámica. Aplica los resultados en el desarrollo del cálculo de variaciones, el principio del máximo y la ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman y resuelve problemas teóricos y prácticos del control óptimo con implementación computacional de los modelos considerados.

Programa Sintético

Preliminares. Cálculo de Variaciones. Del Cálculo de Variaciones al Control Óptimo. El Principio del Máximo. La Ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman. El Regulador Cuadrático Lineal.

Contenidos analíticos

1. *Preliminares:1.1* Problema de Control Óptimo. *1.2* Revisión de optimización en dimensión finita. *1.3* Visión de optimización en dimensión infinita.
2. *Cálculo de Variaciones:2.1* Problemas variacionales. *2.2* Extremo débil y extremo fuerte. *2.3* Condiciones necesarias de primer orden para extremo débil. *2.4* Hamiltoniano. *2.5* Problemas variacionales restringidos. *2.6* Condiciones de segundo orden.
3. *Del Cálculo de Variaciones al Control Óptimo:3.1* Condiciones necesarias de primer orden para extremo fuerte. *3.2* Cálculo de variaciones vs Control óptimo. *3.3* Formulación y supuestos del problema de control óptimo. *3.4* Enfoque variacional al problema con tiempo fijo y puntos terminales libres.
4. *El Principio del Máximo:4.1* De la forma de Lagrange a la forma de Mayer. *4.2* Perturbación de control temporal. *4.3* Perturbación de control espacial. *4.4* Ecuación variacional. *4.5* Cono terminal. *4.6* Lema topológico clave. *4.7* Hiperplano separador. *4.8* Ecuación adjunta. *4.9* Propiedades del Hamiltoniano. *4.10* Condiciones de transversalidad. *4.11* Aplicación a problemas de control óptimo.
5. *La Ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman:5.1* Programación dinámica y la ecuación de HJB. *5.2* La ecuación HJB y el Principio del Máximo.
6. *El Regulador Cuadrático Lineal:6.1* Problema LQR (Linear Quadratic Regulator) de horizonte finito. *6.2* Retroalimentación óptima. *6.3* Ecuación de Riccati. *6.4* Función valor y optimalidad. *6.5* Existencia global de solución para la Ecuación de Riccati. *6.6* Problema LQR de horizonte infinito. *6.7* Existencia y propiedades del límite. *6.8* Solución al problema de horizonte infinito. *6.9* Estabilidad.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico*

y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Liberzon, D. *Calculus of variations and Optimal Control Theory*, Princeton University Press,. 2012.
[2] Speyer, J; Jacobson, D. *Primer on Optimal Control Theory*, SIAM, 2010.
[3] Vinter, R. *Optimal Control*, Springer, 2010.
[4] Troutman, J. *Variational Calculus and Optimal Control*, Springer, 1996.

16.2.14. MAT-427: Teoría Matemática de Probabilidades

Identificación

Asignatura:	Teoría Matemática de Probabilidades
Sigla:	MAT–427
Area Curricular:	Estadística Matemática
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar la teoría de medida como un modelo matemático con rigor y fundamentación matemática de las propiedades y resultados en el contexto de espacio de medida finita caracterizando a las variables aleatorias como funciones medibles, la integral de Lebesgue y los distintos modos de convergencia de funciones medibles.

Competencias

Analiza y demuestra resultados de la teoría matemática de un espacio medible de medida finita. Estudia diferentes modos de convergencia y aplica a otras situaciones teóricas y aplicadas.

Programa Sintético

Espacio de Medida Finita. Funciones Medibles. La Integral en Medida. Convergencia de Funciones Medibles.

Contenidos analíticos

1. *Espacio de Medida Finita:1.1* Introducción *1.2* Espacio medible: álgebra y σ-álgebras de conjuntos medibles *1.3* Espacios medibles especiales: σ-álgebra generada σ-álgebra de Borel *1.4* Espacio de medida *1.5* Propiedades `casi seguro` *1.6* Propiedades básicas de medida finita *1.7* Teorema de extensión de Caratheodory *1.8* Medida de Lebesgue *1.9* Lema de Fatou sobre conjuntos medibles *1.10* Teorema de Convergencia Monótona
2. *Funciones Medibles:2.1* Funciones medibles *2.2* Operaciones y límites de funciones medibles *2.3* σ-álgebras generadas por funciones medibles *2.4* Aproximación de variables no negativas por funciones medibles `simples` *2.5* Funciones medibles que modelan el azar *2.6* Existencia de funciones medibles *2.7* Funciones medibles especiales
3. *La Integral en Medida:3.1* La integral de funciones simples y sus propiedades *3.2* La integral de funciones medibles no negativas y sus propiedades *3.3* Lema de Fatou y Teorema de Convergencia Monótona *3.4* La integral de cualquier función medible y sus propiedades *3.5* Teorema de Convergencia Dominada de Lebesgue *3.6* Espacios L^p $(1 \leq p < \infty)$ y L^∞ *3.7* Desigualdad de Jensen para funciones convexas *3.8* Desigualdad de Hölder, Schwarz y Miniosky *3.9* Geometría del espacio L^2 *3.10* Completitud de L^p
4. *Convergencia de Funciones Medibles:4.1* Convergencia en L^p, uniforme y casi seguro *4.2* Convergencia en Medida *4.3* Funciones Características y convergencia

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2				3					4				5		

Bibliografía

[1] Bartle, R. G. (2014). The elements of integration and Lebesgue measure. John Wiley & Sons.
[2] Barry James, (1981), *Probabilidade: um Curso em nível intermediário*, IMPA, Brasil.
[3] David Williams (1990), *Probability with Martingales*, Cambridge University Press, UK.

16.2.15. MAT-438: Tópicos de Teoría de Optimización

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Teoría de Optimización
Sigla:	MAT–438
Area Curricular:	Modelos Matemátios
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Desarrollar teorías de optimización no desarrolladas en otras asignaturas para el estudios de problemas de optimización mas especiales o mas complejos.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades de la teoría de optimización. Resuelve problemas teóricos y prácticos de optimización con implementación computacional mediante algoritmos apropiados.

Programa

Teoría pertinente a la optimización a desarrollar con la exposición del problema, su método de resolución y teoremas de convergencia de los métodos tanto de métodos analíticos así como de los métodos numéricos. En caso de desarrollar aplicaciones en otras ciencias, también se debe desarrollar la teoría pertinente para interpretar los resultados.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría										Implementación					

Bibliografía

Bibliografía especializada según el plan de trabajo presentado por el profesor que desarrollará la materia. Por el nivel de contenido de los problemas a estudiar, es posible que varias referencias sean artículos científicos.

16.2.16. MAT-464: Análisis Matricial Aplicado

Identificación

Asignatura:	Análisis Matricial Aplicado
Sigla:	MAT–464
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Horas de Laboratorio	2 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Luego de una revisión de los principales resultados del Análisis Matricial, el desarrollo de la materia se orienta al objetivo central que es ampliar el tratamiento anterior a tópicos aplicados; éstos incluyen tópicos de optimización, análisis multivariante y economía cuatitativa.

Competencias

Realiza aplicaciones de sistemas lineales, optimización estática y en cálculo funcional. Realiza análisis de datos con los modelos desarrollados principalmente en el área de Economía.

Programa Sintético

Preliminares. Aplicación a la solución completa de sistemas de ecuaciones lineales. Aplicación a la Optimización Estática. Aplicación al Cálculo Funcional. Aplicación a la Economía.

Contenidos analíticos

1. *Preliminares:1.1* Revisión del análisis matricial. *1.2* La Forma de Jordan. *1.3* Descomposición de matrices. *1.4* Descomposición espectral. *1.5* Descomposición de Valor Singular. *1.6* Inversa Generalizada.
2. *Aplicación a la solución completa de sistemas de ecuaciones lineales:2.1* Solución de sistemas lineales consistentes. *2.2* Mejor solución de sistemas lineales inconsistentes.
3. *Aplicación a la Optimización Estática:*Condiciones necesarias para un óptimo local bajo restricciones. *3.1* Condiciones suficientes para un óptimo local bajo restricciones. *3.2* Interpretación económica de los Multiplicadores de Lagrange.
4. *Aplicación al Cálculo Funcional:*La Función Exponencial. *4.1* Otras funciones. *4.2* Derivación. *4.3* Derivadas de Fréchet.
5. *Aplicación a la Economía:5.1* El Teorema de Perron-Frobenius y el Modelo de Leontief.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Hiai, F; Petz, D. *Introduction to Matrix Analysis and Applications*, Springer, 2014.

[2] Rao, R; Rao, B. *Matrix Álgebra and its Applications to Statistics and Econometrics*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 1998.

[3] Magnus, J; Neudecker. *Matrix Differential Calculus with Applications in Statistics and Econometrics*, John Wiley & Sons, 1999.

[4] Gentle, J. *Matrix Álgebra Theory, Computations and Applications in Statistics*, Springer, 2007.

16.2.17. MAT-447: Tópicos de Física Matemática

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Física Matemática
Sigla:	MAT–447
Area Curricular:	Mecánica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Brindar los elementos necesarios para el estudio de la mecánica clásica y sus aplicaciones desarrollando las formulaciones de Newton, Lagrange y Hamilton. Se busca dar igual importancia a los aspectos teórico y práctico; en consecuencia se debe acompañar la teoría con una serie de problemas y ejemplos, los cuales son necesarios para la asimilación de los conceptos físicos y para la adquisición por parte del alumno de habilidad en la solución de problemas.

Competencias

Analiza la dinámica de una partícula, usa el teorema de conservación. Aplica los formalismos de Lagrange y de Hamilton e implementa algunas leyes físicas desarrolladas.

Contenido Mínimo

Dinámica de una partícula – Dinámica general – Teoremas de Conservación - Grados de Libertad, Trabajos Virtuales - El cálculo variacional y las ecuaciones de la dinámica – Formalismos de Lagrange y de Hamilton - El cuerpo rígido - La ecuación de Hamilton-Jacobi - Tópicos especiales.

Programa

0 Repaso del Formalismo Matemático de la Mecánica

1. *Principios Fundamentales:1.1* Introducción *1.2* Dinámica de una partícula *1.2.1* Leyes de Newton *1.2.2* Trabajo y energía - Conservación de la energía – Potencia *1.2.3* Ejemplos: Campo paralelo de fuerzas - Oscilador Armónico - Péndulo Simple *1.3* Estudio general del movimiento unidimensional de una partícula *1.4* Movimiento en un campo central - Problema de Kepler *1.5* Dinámica de un sistema de varias partículas - Grados de libertad - Centro de masa – El sistema del centro de masa - Sistema de dos partículas – masa reducida *1.6* Ejemplos: Colisiones - Sistemas oscilantes - Sistemas de masa variable
2. *Introducción al Formalismo Lagrangeano:2.1* Mecánica Analítica *2.2* Coordenadas generalizadas y ligaduras - Espacio de configuración *2.3* Principio de los Trabajos Virtuales y Principio de D'Alembert *2.4* Ecuaciones de Lagrange de primera especie *2.5* Nociones de Cálculo Variacional *2.6* Principio de Hamilton y Ecuaciones de Euler-Lagrange *2.7* Coordenadas cíclicas - Teorema de Noether - Leyes de conservación *2.8* Movimiento restringido – Multiplicadores de Lagrange
3. *Introducción al Formalismo Hamiltoniano:3.1* Transformaciones de Legendre *3.2* Ecuaciones canónicas de Hamilton *3.3* El espacio fase *3.4* Transformaciones canónicas *3.5* Corchetes de Poisson - Nociones del Álgebra de Lie
4. *Ecuaciones de Hamilton-Jacobi4.1* Introducción *4.2* Función principal de Hamilton *4.3* Ecuación Principal de Hamilton-Jacobi *4.4* Función característica de Hamilton *4.5* Ecuación Característica de Hamilton-Jacobi
5. *Movimiento del Cuerpo Rígido:5.1* Sistemas no inerciales – Rotaciones *5.2* Fuerza Centrífuga – Fuerza de Coriolis – Fuerza de Euler *5.3* Movimiento sobre la Superficie de la Tierra *5.4* El cuerpo rígido – Teorema de Chasles *5.5* Momento angular y energía cinética del rígido *5.6* Tensor de inercia – cálculo del tensor de inercia *5.7* Momentos principales y ejes principales de inercia *5.8* Ángulos de Euler *5.9* Ecuaciones de Euler para el movimiento de un cuerpo rígido *5.10* Ejemplos: El rígido simétrico libre - El trompo simétrico

6. Tópicos Especiales:6.1 Sistemas Complejos *6.2* Equilibrio y estabilidad *6.3* Exponentes de Liaponov

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2				3			4		5			6			7	

Bibliografía

[1] Symon K. R. *Mecánica*, Ed. Aguilar Madrid, 1977.
[2] David Goldstein, *MECANICA CLÁSICA*, Vol. II, Berkeley Physics Course, 2d. Ed.
[3] Keith R. Symon, *MECÁNICA*, Editorial Aguilar.
[4] Walter Hausser, *MECÁNICA*
[5] Landau y Lifshitz, *MECÁNICA*
[6] Serie Shaum, *MECÁNICA TEÓRICA*
[7] Serie Shaum, *DINÁMICA DE LAGRANGE*
[8] Alfonso Velarde, *INTRODUCCIÓN AL FORMALISMO LAGRANGIANO*

16.2.18. MAT-465: Sistemas Dinámicos Aplicados

Identificación

Asignatura:	Sistemas Dinámicos Aplicados
Sigla:	MAT–465
Area Curricular:	Sistemas Dinámicos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

En el marco teórico de los sistemas dinámicos, desarrollar ejemplos de texto y aplicaciones de modo que el estudiante adquiera experiencia de la práctica en sistemas dinámicos.

Competencias

Analiza y demuestra las propiedades sistemas dinámicos continuos y discretos que sean lineales y no lineales. Resuelve problemas teóricos y prácticos de los sistemas dinámicos con implementación computacional de los modelos desarrollados.

Contenido sintético

Introducción. Sistemas dinámicos continuos. Sistemas dinámicos discretos. Sistemas dinámicos no lineales. Funciones de Lyapunov. Control óptimo.

Programa

1. *Introducción:1.1* Sistemas dinámicos y su formulación matemática. *1.2* Revisión de ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias. *1.3* Ejemplos de sistemas dinámicos en la naturaleza y en la tecnología.
2. *Sistemas Dinámicos Continuos:2.1* Sistemas dinámicos lineales. *2.2* Sistemas dinámicos de dos ecuaciones. *2.3* Sistemas dinámicos de n ecuaciones. *2.4* Aplicaciones.
3. *Sistemas Dinámicos Discretos:3.1* Sistemas dinámicos lineales. *3.2* Sistemas dinámicos de dos ecuaciones. *3.3* Sistemas dinámicos de n ecuaciones. *3.4* Aplicaciones.
4. *Sistemas Dinámicos No Lineales:4.1* Puntos de equilibrios. *4.2* Estabilidad. *4.3* Linealización. *4.4* Funciones de Lyapunov. *4.5* Aplicaciones.
5. *Control Óptimo:5.1* Cálculo de variaciones. *5.2* El principio del máximo de Pontryagin. *5.3* Control óptimo en tiempo discreto. *5.4* Aplicaciones.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Agarwal, R.P. *Dynamical Systems and Applications*, World Scientific, 1995.

[2] Awrejcewicz, J. *Applied Non-Linear Dynamical Systems*, 2014.

[3] Jackson, T. and Radunskaya, A. *Applications of Dynamical Systems in Biology and Medicine*, Springer, 2015.

[4] Evans, L. *An Introduction to Optimal Control Theory*, University of California, Berkeley. 2013.

[5] Gandolfo, G. *Economics Dynamics: Methods and Models*, Springer Verlag, 1996.

[6] Leonov, G. *Mathematical Problems of Control Theory: An Introduction*, World Scientific Publishing Co. 2001.

16.2.19. MAT-432: Análisis Funcional Aplicado

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional Aplicado
Sigla:	MAT–432
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Objetivos

Generalizar los conceptos de Álgebra Lineal al contexto de Espacios vectoriales normados de dimensión infinita tomando en cuenta la problemática topológica, en particular el estudio de los espacios vectoriales normados completos, la teoría de operadores y aplicaciones del Teorema de Hahn-Banach.

Competencias

Estudia y analiza los espacios vectoriales normados, de Banach, los espacios euclidianos, de Hilbert, Teorema de Hahn-Banch y sus aplicaciones.

Programa sintético

Espacios Métricos. Espacios vectoriales normados, espacios completos o de Banach. Operadores acotados. Espacios euclidianos, espacios de Hilbert. Operadores continuos, funcionales. Teoremas fundamentales. Teoría Espectral de operadores continuos. Aplicaciones del Teorema de Hahn-Banach.

Contenidos analíticos

1. *Espacios Métricos:1.1* Espacios métricos y ejemplos *1.2* Topología de Espacios Métricos *1.3* Convergencia, sucesiones de Cauchy, completitud *1.4* Completación de Espacios Métricos
2. *Espacios vectoriales normados y Espacios de Banach:2.1* Espacios vectoriales normados. *2.2* Completitud. *2.3* Espacios de Banach. *2.4* Ejemplos. *2.5* Convergencia en norma.
3. *Operadores acotados:3.1* Operadores lineales. *3.2* Continuidad y acotación. *3.3* Funcionales lineales. *3.4* El espacio normado de operadores. *3.5* El espacio dual.
4. *Espacios euclidianos y Espacios de Hilbert:4.1* Espacios con producto interior. *4.2* Espacios de Hilbert. *4.3* Complementos ortogonales, Sumas directas. *4.4* Conjuntos y sucesiones ortonormales. *4.5* Conjuntos y sucesiones totales. *4.6* Series de Fourier generalizadas.
5. *Operadores en espacios euclidianos:5.1* Operadores entre espacios euclidianos y de Hilbert. *5.2* Teorema de Riesz de representación de funcionales en espacios de Hilbert. *5.3* Operadores autoadjuntos, unitarios, normales. *5.4* Teorema de Hahn-Banach.
6. *Aplicaciones del Teorema de Hahn-Banach:6.1* Teorema del punto fijo de Banach. *6.2* Aplicación del Teorema de Hahn-Banch a Ecuaciones Lineales. *6.3* Aplicación del Teorema de Hahn-Banach a Ecuaciones Diferenciales. *6.4* Aplicaciones del Teorema de Hahn-Banach a Ecuaciones integrales.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la

Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4		5		6		7		8		9	

Bibliografía

[1] Erwin Kreyzig, (1978), *Introduction to Functional Analysis width Applications*, John Willey & Sons. New York, USA.

[2] E. Lorch, (1962), *Spectral Theory*, Oxford University Press, NY.

[3] A. Taylor, (1958), *Introduction to Functional Analysis*, Willy, NY, USA.

[4] W. Rudin, (1973), *Functional Analysis*, McGraw-Hill Co. New York, USA.

16.2.20. MAT-448: Tópicos de Optimización Aplicada

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Optimización Aplicada
Sigla:	MAT–448
Area Curricular:	Optimización
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrolla tópicos avanzados no incluidas en las otras asignaturas regulares sobre teoría y aplicaciones de la optimización matemática.

Competencias

Realiza implementaciones de problemas de optimización de variables continuas o discretas a fin de resolver problemas teóricos y/o aplicados con datos reales o simulados.

Programa Sintético

El contenido de la asignatura será construida específicamente conforme a los tópicos desarrollados que van más allá de los temas desarrollados en las materias regulares de optimización. El desarrollo de esta asignatura debe contener tanto la teoría como las aplicaciones realizadas ya sea con problemas teóricos o aplicadas. En las aplicaciones prácticas se debe incluir una teoría básica pertinente a la aplicación desarrollada.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

El docente de la materia presenta un plan de trabajo que incluirá el cronograma del desarrollo de la materia. Sin embargo, se sugiere el siguiente cronograma para un contenido genérico.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	Preliminares				Teoría pertinente										Implementaciones					

Bibliografía

[1] Mª Josefa Cánovas Cánovas, Víctor Huertas Navarro, María Sempere Orts, *Optimización matemática aplicada*, ECU. Alicante, España.

16.2.21. MAT-458: Análisis Numérico

Identificación

Asignatura:	Análisis Numérico
Sigla:	MAT–458
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Horas laboratorio: 4 por semana	
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la materia

Se trabaja sobre métodos directos e iterativos para resolver problemas matemáticos

Objetivos

Desarrolla métodos directos e iterativos para resolver problemas matemáticos principalmente para aquellos que no tienen solución analítica o algebraicas. Además implementa los algoritmos desarrollados en MATLAB o usa una aplicación computacional ya desarrollada para dar respuesta a los problemas e interpretar los resultados.

Competencias

Desarrolla métodos iterativos para resolver problemas de interpolación, diferenciación e integración numérica y realiza implementaciones computacionales para resolver ecuaciones diferenciales univariadas y multivariadas. Demuestra en cada caso las convergencias de los métodos mediante el análisis del error numérico debido al método utilizado y al redondeo de la aritmética del punto flotante del sistema numérico aplicado.

Programa Sintético

Análisis de Error. Soluciones de ecuaciones de una variable. Interpolación y aproximación polinomial. Diferenciación e Integración Numérica. Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias univariado y multivariado. Sistemas de Ecuaciones Lineales.

Contenidos Analíticos

1. *Métodos directos para resolver sistemas de ecuaciones lineales:1.1* Eliminación Gaussiana, descomposición LU *1.2* La Descomposición de Cholesky. *1.3* Factorización QR y resolución de sistemas lineales por Mínimos Cuadrados *1.4* Descomposición SVD y resolución de sistemas lineales por Mínimos Cuadrados *1.5* Pseudo-Inversa de matrices y resolución de sistemas lineales
2. *Métodos iterativos en álgebra matricial2.1* Método de Jacobi *2.2* Método de Gauss-Seidel *2.3* Refinamiento del error

   Método del gradiente conjugado *2.4* GMRES *2.5* Aplicaciones computacionales
3. *Aproximación de los valores característicos3.1* Teoría de valores y vectores propios *3.2* Localización de autovalores: Teorema de Gerschgorin *3.3* Descomposición espectral *3.4* Método de potencia y sus variantes *3.5* Algoritmo QR
4. *Soluciones numéricas de sistemas de ecuaciones no lineales4.1* Puntos fijos para funciones de varias variables *4.2* Método de Newton *4.3* Métodos Quasi-Newton *4.4* Métodos de descenso rápido
5. *Soluciones numéricas para ecuaciones diferenciales parciales:5.1* Ecuaciones diferenciales parciales elípticas *5.2* Ecuaciones diferenciales parciales parabólicas *5.3* Ecuaciones diferenciales parciales hiperbólicas *5.4* Una introducción al método de elementos finitos

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Burden Richard L. & Faires J. Douglas, (2002), *Análisis Numerico*, Thompson-Learning, México.
[2] Kendall E. Atkinson, (1978), *An Introduction to Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
[3] Nakamura, S. (1997), *Análisis numérico y visualización con MATLAB*, Prentice-Hall Hispanoamericana.

16.2.22. MAT-477: Teoría de Mineria de Datos

Identificación

Asignatura:	Teoría de Mineria de Datos
Sigla:	MAT–477
Area Curricular:	Computación Científica
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo o Tercer Semestre de la Maestría
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	6 por semana
Horas de Laboratorio	4 por semana
Créditos:	6
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos

Desarrollar los fundamentos matemáticos de reducción, sistetización, asociación de datos y de los diferentes métodos del aprendizaje de máquina con el objetivo de explicar teoricamente el nuevo conocimiento generado por los diversos métodos de la mineria de datos.

Competencias

Explica con fundamentos de álgebra, cálculo, algebra lineal, teoremas fundamentale del análisis matemático los diferentes métodos o algoritmos que se desarrollan en el descubrimiento del nuevo conocimeinto a partir de base de datos multivariados de grande escala.

Contenido Mínimo

1. *Análisis de calidad de datos*
2. *Reducción y Sintetización*
3. *Asociación*
4. *Agrupamiento*
5. *Aprendizaje de Máquina.5.1* Selección. *5.2* Árbol de decisión y otros. *5.3* Redes neuronales. *5.4* Balanceamiento.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el postgrado es de 66 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se presenta en un plan de trabajo al inicio del semestre. También está prevista un examen de recuperación de cualquier examen parcial cuya nota reemplaza a la anterior.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático formal. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, laboratorio de computación con internet, aplicaciones computacionales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Prácticas y Laboratorio

Las prácticas escritas como las implementaciones en laboratorio son monitoriadas por el mismo docente del postgrado.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

<table>
<tr><td>Semana</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Capítulos</td><td colspan="2">1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="4">3</td><td colspan="4">4</td><td colspan="7">5</td></tr>
</table>

Bibliografía

[1] Fayyad, U., Haussler, D. & Stolorz, P., Mining Scientific Data, Communications of the Acm, Nov. 1996, Vol. 39, No. 11, 1996, Pages 51-57.

[2] Han, J. & Kamber, M. Data Mining: Concepts and Techniques, 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2006.

[3] Hand, D. J.; Mannila, H. & Smyth, P. Principles of Data Mining, the Mit Press, 2001.

[4] Liu, H.; Motoda, H. Computational Methods of Feature Selection, Chapman & Hall/crc, 2008. 419p.

[5] Mardia, K.v.; Kent, J.t. & Bibby, J.m. Multivariate Analysis, Academic Press, 1979.

[6] Piatetski-Shapiro, G. & Frawley, W.j., Knowledge Discovery in Databases. Aaai Press, Menlo Park, California, 1991.

[7] Pyle, D., Data Preparation for Data Mining, Morgan Kaufmann, 1999. Rezende, S. O., Sistemas Inteligentes, Manole, 2003.

[8] Tan, Pang-Ning; Steinbach, Michael; Kumar, Vipin. Introduction to Data Mining. Addison Wesley, 2006. 769p.

[9] Witten, I.h. & Frank, E., Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques With Java Implementations, Morgan Kaufmann, 2011.

[10] `http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/`

Capítulo 17

Organización del Proceso Curricular de la Maestría

17.1. Número de semanas lectivas por año

Conforme a las políticas académicas de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, el número de semanas lectivas por semestre son 20 semanas calendario con una holgura de 2 semanas para cubrir los feriados o posibles suspensiones imprevistas, quedando una efectividad de por lo menos 18 semanas efectivas. Por tanto, el número de semanas lectivas por año son 40, que se cubre el aproximadamente 5 meses, quedando las restantes semanas para desarrollar cursos de temporada.

17.2. Número de horas lectivas por semana

Como ocurre en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, el número de horas lectivas por semana son:

Horas Teóricas	4 por semana
Horas Practicas	2-20 por semana
Horas Laboratorio	2-4 por semana
Horas de Estudio	2 a 20 por semana

Las horas prácticas y de laboratorio varían según la naturaleza y la complejidad de la materia.

17.3. Total de horas planificadas

Conforme a la tabla de créditos convertidas en horas, la Maestría contempla 2400 horas de las cuales 720 deben ser obligatoriamente presenciales.

17.4. Carga de horas académicas

En la Facultad de Ciencias Puras y Naturales, cada hora académica es igual a hora reloj, de modo que el total de carga de horas académicas es exactamente igual a lo descrito en las secciones anteriores.

17.5. Carga horaria en actividades de investigación, laborales y efectivas

Si bien cada materia de acuerdo a su complejidad demanda al estudiante una carga horaria de investigación en la Biblioteca o en el Internet, el número de horas de esta actividad es solamente nominal, no contabilizada en la carga horaria total. Por la naturaleza de las materias teóricas de la Licenciatura en Matemática Pura, no existe formalmente las cargas horarias laborales, excepto en aquellas materias para los cuales se pueda hacer algún convenio con las empresas una modalidad de pasantía para que los estudiantes puedan desarrollar actividades de investigación y por ente tener una cierta carga horaria laboral.

17.6. Sistema de Créditos: Homogenización con otras Universidades

Como la Maestría está planteada en sistema de créditos, no será necesario hacer la conversión, sin embargo se plantea una equivalencia de 40 horas por cada crédito programado.

17.7. Número de alumnos por clases teóricas y prácticas

El número de alumnos por materias es variable de acuerdo al nivel semestral. Como la Matemática es una disciplina básica para todas las otras ciencias, típicamente no tiene muchos candidatos en los cursos de postgrado. Por tal explicación se espera que cada curso tenga un número de 5 a 20 estudiantes por curso.

17.8. Instrumentos de Seguimiento y Evaluación del Plan y de la Postformación

El Plan de Estudios tiene una vigencia de por lo menos 5 años, sin embargo, cada gestión académica se tendrá los indicadores de rendimiento de los estudiantes en estadísticas de aprobados, reprobados y abandonos.

La eficiencia de un Plan de estudios se puede medir también del nivel de competitividad en los exámenes de competencia de Docencia.

También se puede hacer una encuesta anual a los estudiantes cursantes de las materias a fin de evaluar dinamicamente el desempeño del Plan para evaluar especialmente la coherencia de los contenidos de las asignaturas.

Otro indicador será el ingreso de los graduados de este Plan en los cursos de doctorado tanto nacional como internacional y el número posgraduandos que culminan sus cursos exitosamente.

Capítulo 18

Infraestructura y Equipamiento

18.1. Aulas para sesiones teóricas y prácticas

Pese a que la Carrera de Matemática no tiene un edificio propio asignado por la universidad, así como las oficinas administrativas funciona el el Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, las aulas para las materias de la Maestría se encuentran en el mismo edificio y algunas otras aulas adicionales como se muestra en la Tabla 18.1 Eventualmente se utilizan otros ambientes como la

Aula	Capacidad
04-02-08	80
04-02-09	90
04-01-12A	40
04-01-12B	40
Pabellón E	120

Tabla 18.1: Aulas exclusivas de la Carrera de Matemática

sala SD1 y SD2 y la sala de seminarios de Cota-Cota.

18.2. Tecnología Audiovisual

Algunas aulas de clases están equipadas con DataShow y Ekran para la proyección de recurso audiovisuales que permiten desarrollar las materias con el uso de resursos TIC en la enseñanza de la Matemática en todos los niveles. Sin embargo, existe una cantidad suficientes de Laptops y DataShow portátiles para desarrollar las clases con recursos TICs.

Por otra parte, la Carrera de Matemática también cuenta con Televisores de tamaño grande tanto en predio central como en Cota-Cota donde se pueden mostrar videos u otros recursos audiovisuales.

En los ambientes de Cota-Cota la Carrera también cuenta con una pizarra digital donde el docente puede desarrollar sus clases de manera que la sesión queda grabada para una disposición del material avanzado para todos los estudiantes.

18.3. Laboratorio de Computación

Desde las gestiones pasadas la Carrera de Matemática ha implementado el laboratorio de Computación donde los estudiantes disponen de equipos de última generación suficientes para desarrollar las materias de Computación I y II del Plan de Estudios y luego se usa para temas de investigación por parte de los estudiantes y para desarrollar algunos cursos de pre-grado y postgrado de Matemática.

El laboratorio de Computación, conocida como LABMAT, se encuentra en el aula 04-01-10 del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA. La atención del Laboratorio está garantizada en horarios de oficina desde que la Carrera cuenta con un encargado administrativo para el cuidado de los equipos.

18.4. Biblioteca Especializada de Matemática

Desde los años 1970 la Carrera de Matemática cuenta con una Biblioteca con material bibliográfico especializado en Matemática con alrededor de 2500 ejemplares entre libros y revistas de naturaleza matemática. La Biblioteca, conocida como BibMat, funciona en un ambiente exclusivo con sala de lectura en la Planta Baja del Edificio Viejo del Predio Central de la UMSA, en donde todos los estudiantes, así como los docentes, tienen acceso a todo el material biliográfico impreso o digital con derecho a préstamo a domicilio. Mientras que todo otro usuario no perteneciente a la comunidad matemática puede disponer de todo el material existente dentro de la sala de lectura.

Por otra parte, la Biblioteca de Matemática también está integrada dentro de la red de Bibliotecas de la UMSA mediante el Sistema Koha. Sin embargo, desde el año 2005 la Carrera ya había implementado su propia biblioteca virtual que aun funciona en la dirección de internet `http://bibmat.umsa.bo` el cual se puede utilizar como un sitio de búsqueda del material bibliográfico.

Apéndice A

Materias de Servicio

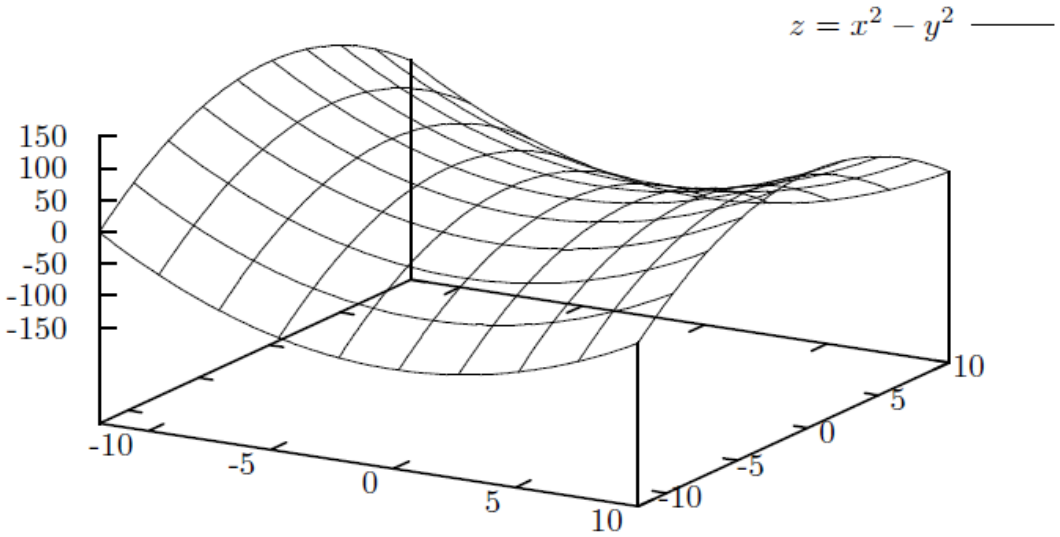

Figura A.1: Punto Silla

La Carrera de Matemática presta servicios académicos de materias básicas de matemáticas a todas las Carreras de la facultad de Ciencias Puras y Naturales: Estadística, Informática, Física, Química y Biología con las materias de

MAT-130	Algebra	6 paralelos
MAT-132	Cálculo I	6 paralelos
MAT-134	Cálculo II	4 paralelos
MAT-136	Algebra Lineal	4 paralelos
MAT-274	Cálculo III	2 paralelos
MAT-278	Cálculo IV	1 paralelo

Además, se brinda también servicio semestre por medio a la Carrera de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales con la materia de

MAT-99	Introducción a la Matemática	1 paralelo

Por otra parte, se debe dejar claro de que la carga horaria con la que se brinda las materias de servicios pertenece desde su creación a la Carrera de Matemática por lo tanto administra

de un modo óptimo de modo que convenga a los intereses de la Carrera. En el pasado se tenia 13 paralelos para FCPN y alrededor de 10 a 12 paralelos a FCS y 2 paralelos a la Facultad de Geología.

En realidad en el pasado la actual Carrera de Matemática fue el Departamento de Matemática que brindaba servicios de materias básicas de matemáticas a varias facultades, con la desmembración del Departamento cada cada facultad se fue incluido los items de los docentes que también se fueron a formar su propio departamento. Así hoy en día los items docentes de la Carrera de Matemática es muy reducido para atender al crecimiento vegetativo; hay que recordar de que la Carrera desde 1982 no recibió NINGÚN incremento de items docentes ni items de auxiliares académicos pese a los reclamos y gestiones que se hacen sagradamente cada año ante las autoridades correspondientes.

A.1. Servicio a Sociología

A.1.1. MAT-99: Introducción a la Matemática

Identificación

Asignatura:	Introducción a la Matemática
Sigla:	MAT–99
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Semestre Inicial
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Álgebra Elemental
Carreras destinatarias:	Ciencias Sociales, Area Ciencia y Tecnología.

Objetivos

- Reorientar al estudiante hacia el tratamiento lógico y conceptual.
- Lograr una madurez en el tratamiento de problemas.
- Incentivar el aprecio hacia la Matemática actual, destacando el papel central que desempeña actualmente.

Competencias

- Comprende y emplea con naturalidad los conceptos básicos del Álgebra, el cual es el lenguaje propio de la Matemática: Conjuntos, Funciones, Relaciones.
- Realiza operaciones algebraicas.
- Describe, reconoce estructuras algebraicas básicas.
- Deduce las conclusiones válidas a partir de hipótesis bien formuladas.

Programa Sintético

Números Reales. Expresiones Algebraicas. Conjuntos. Introducción al Cálculo Combinatorio. Relaciones y Funciones.

Contenidos analíticos

1. *Números Reales:* *1.1* Introducción. *1.2* Operaciones entre números reales: Suma y Producto. *1.3* Axiomas y teoremas (Propiedades). *1.4* Desigualdades e Inecuaciones. *1.5* Aplicaciones.
2. *Expresiones Algebraicas:* *2.1* Introducción. *2.2* Conceptos-Definiciones-Notación. *2.3* Operaciones. *2.4* Factorización, racionalización. *2.5* Ejercicios de aplicación.
3. *Conjuntos:* *3.1* Introducción. *3.2* Conceptos-Definiciones-Notación. *3.3* Relaciones entre conjuntos: Inclusión, Igualdad. *3.4* Operaciones entre conjuntos. *3.5* Álgebra de conjuntos. *3.6* Ejercicios de Aplicación.
4. *Introducción al Cálculo Combinatorio:* *4.1* Introducción. *4.2* Factorial de un número. *4.3* Número combinatorio-Propiedades. *4.4* Teorema del Binomio de Newton- Aplicaciones. *4.5* Reglas básicas de conteo. *4.6* Combinaciones y Permutaciones: Casos especiales. *4.7* Ejercicios de Aplicación.
5. *Relaciones y Funciones:* *5.1* Introducción. *5.2* Producto cartesiano: Propiedades. *5.3* Relación: Definición,notación, dominio, codominio, relación inversa, gráfica, clasificación, operaciones. *5.4* Función: Definición, notación, dominio, codominio, rango, gráfica, clasificación, operaciones. *5.5* Ejercicios de Aplicación.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] Grimaldi, (1997), *Matemática Discreta y Combinatoria*, Ed. Addison–Wesley, 3ra. Edición, México.
[2] Armando Rojo, (1970), *Álgebra I*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
[3] Cárdenas, Lluis y Raggi, (1980), *Álgebra Superior*, Ed. Trillas, México.

A.2. Servicio a FCPN

A.2.1. MAT-130: Algebra

Identificación

Asignatura:	Algebra
Sigla:	MAT–130
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Álgebra Elemental (Pre–Facultativo)
Carreras destinatarias:	Area de Ciencias y Tecnología.

Objetivos

El primer objetivo consiste en (re)orientar al estudiante hacia el tratamiento conceptual y lógico de los contenidos del álgebra inicial. Esto resulta, en la mayor parte de los casos, dolorosamente nuevo, al tratarse de jóvenes portadores de una arraigada conducta -que no alcanza a superar los cursos vestibulares- de adiestramiento, memorización y mecanicismo; opuesta a las necesidades del aprendizaje de la Matemática, que suponen discernimiento y creatividad.

En segundo lugar, no con menos importancia, se trata de madurar de manera consciente y fundamentada, grados suficientes de destreza operativa, enfatizando siempre una concepción lógica y genérica del algoritmo, para su destino computacional.

Finalmente, se adopta una actual y versátil presentación temática multipropósito, de amplia aplicabilidad, a fin de proporcionar de manera práctica ilustrada y directa -pero también sustentada-, elementos de operatividad relativamente inmediata, en la configuración de la llamada Matemática Discreta. Se incorporan, elementos iniciales de Álgebra de Boole y de Relaciones de Recurrencia Lineales no homogéneas.

Competencias

Estudia la lógica básica y la teoría de conjuntos. Aplica la inducción matemática para demostrar prpiedades que involucran números naturales. Estudia las estructuras algebraicas básicas.

Programa Sintético

Lógica Básica. Conjuntos. Enteros, Inducción y Divisibilidad. Conteo. Relaciones y Funciones. Grupos, Anillos y Aritmética Modular. Álgebra Booleana. Relaciones de Recurrencia.

Nota.- Los contenidos y el nivel señalado por la bibliografía, son contrastables a nivel Latinoamericano.

Contenidos analíticos

1. *Lógica Básica:* *1.1* Introducción. *1.2* Cálculo proposicional. *1.3* Demostraciones. *1.4* Métodos demostrativos (hipótesis auxiliar, reducción al absurdo, disyunción de casos). *1.5* Cuantificación.
2. *Conjuntos:* *2.1* Introducción. *2.2* Operaciones. *2.3* Familias de conjuntos. *2.4* Conjuntos de partes o potencia. *2.5* Pares ordenados. *2.6* Producto cartesiano.
3. *Números Enteros, Inducción Matemática, Divisibilidad:* *3.1* Principio del Buen Orden en $\mathbb{N}$. *3.2* Principio de Inducción. *3.3* Teorema de Inducción. *3.4* Aplicaciones. *3.5* Divisibilidad. *3.6* Máximo Común Divisor. *3.7* Mínimo Común Múltiplo. *3.8* Primos. *3.9* Descomposición en producto de primos. *3.10* Algoritmo de la división. *3.11* Algoritmo de Euclides.
4. *Conteo:* *4.1* Reglas de suma y producto. *4.2* Combinaciones y Permutaciones. *4.3* Binomio de Newton. *4.4* Número de subconjuntos. *4.5* Relevancia e irrelevancia del orden. *4.6* Conteo de modos de colocar m objetos (distinguibles e indistinguibles) en n envases (distinguibles e indistinguibles). *4.7* Modos de extraer m objetos de n tipos de objetos. *4.8* Modos de hacer señales con banderines.

5. *Relaciones:* *5.1* Definición. *5.2* Relaciones en un conjunto. *5.3* Composición. *5.4* Inversa. *5.5* Propiedades posibles de reflexividad, simetría, antisimetría, y transitividad. *5.6* Orden parcial y total, elementos especiales. *5.7* Retículos. *5.8* Relaciones de Equivalencia. *5.9* Clases, particiones y conjuntos cociente.
6. *Funciones:* *6.1* Definición, inyectividad, suryectividad. *6.2* Composición, inversibilidad, imágenes. *6.3* Funciones recursivas. *6.4* Conteo de funciones.
7. *Grupos Anillos y Aritmética Modular:* *7.1* Leyes de composición. *7.2* Grupo. *7.3* Subgrupo. *7.4* Morfismos. *7.5* Relaciones de equivalencia compatibles. *7.6* Grupo cociente. *7.7* Anillos, Subanillos. *7.8* Congruencia módulo n. *7.9* Anillos de enteros (módulo n). *7.10* Dominios de Integridad y Campos.
8. *Álgebra de Boole:* *8.1* Variable Binaria. *8.2* Álgebra de Boole. *8.3* Propiedades y ejemplos. *8.4* Retículos de Boole. *8.5* Dualidad.
9. *Relaciones de Recurrencia:* *9.1* Relación de recurrencia lineal de Primer Orden. *9.2* Relaciones homogéneas de recurrencia lineal de Segundo Orden (tres casos).

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3		4		5			6		7		8		9	

Bibliografía

[1] Grimaldi, (1997), *Matemática Discreta y Combinatoria*, Ed. Addison–Wesley, 3ra. Edición, México.
[2] K. A. Ross y C. B. Wright, (1997), *Matemática Discreta*, Ed. Prentice–Hall, México.
[3] Olimpia Nicodemi, (1987), *Discrete Mathematics*, Ed. West Publishing Company.
[4] Armando Rojo, (1970), *Álgebra I*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
[5] Cárdenas, Lluis y Raggi, (1980), *Álgebra Superior*, Ed. Trillas, México.

A.2.2. MAT-132: Cálculo I

Identificación

Asignatura:	Cálculo I
Sigla:	MAT–132
Area Curricular:	Análsis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Primer Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	Álgebra Elemental (Pre–Facultativo)
Carreras destinatarias:	Area de Ciencias y Tecnología.

Objetivos

Comprender y aplicar los conceptos de límite, la derivada y la integral de funciones reales de una variable real mediante sus técnicas desarrolladas en la resolución de problemas teóricos y aplicados.

Competencias

Estudia las propiedades de los números reales, funciones continuas y demuestra sus propiedades básicas. Calcula los límites de funciones en puntos de acumulación. Calcula derivadas e integrales de funciones reales utilizando los diversos métodos clásicos.

Programa Sintético

Sistema de Números Reales. Funciones y sus gráficas. Límites y Continuidad. La diferenciación, Aplicaciones de la Derivada. La Integral Definida y Técnicas de Integración. Aplicaciones de la Integral.

Contenidos analíticos

1. *Sistema de Números Reales:* *1.1* Descripción de sistemas numéricos: $\mathbb{N}$, $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{Q}^c$, $\mathbb{R}$ y sus operaciones. *1.2* Propiedades básicas de números reales (Axiomas de $\mathbb{R}$). *1.3* Teoremas de aplicación en $(\mathbb{R}; +, \cdot, <)$. *1.4* Intervalos e interpretación geométrica. *1.5* Desigualdades y resolución de inecuaciones. *1.6* Valor absoluto y resolución de desigualdades con valor absoluto.
2. *Funciones y Gráficas:* *2.1* Definición intuitiva de una función como reglas de asignación. *2.2* Definición formal de una función de $\mathbb{R}$ en $\mathbb{R}$, notación y ejemplos. *2.3* Funciones especiales: Función constante, identidad, característica, canónicas, cuadráticas y cúbicas. *2.4* Operaciones con funciones: suma, diferencia, producto y cociente de funciones, sus propiedades, polinomios y funciones racionales. *2.5* Composición de funciones y sus propiedades. *2.6* Inyección, suryección, biyección de funciones y función inversa. *2.7* Gráfica de funciones y de funciones especiales. *2.8* Problemas varios.
3. *Límites y Continuidad:* *3.1* Concepto de límite como una aproximación arbitraria. *3.2* Definición formal del límite. *3.3* Límites con funciones especiales. *3.4* Teoremas sobre límites: Unicidad, límite de suma, diferencia, producto, cociente y composición de funciones (cambio de variable). *3.5* Concepto de continuidad con gráficas. *3.6* Teoremas sobre continuidad de suma, diferencia, producto, cociente y composición de funciones continuas. *3.7* Conjuntos acotados y el Axioma de Supremo. *3.8* Teorema del valor intermedio. *3.9* Límites infinitos.
4. *Diferenciación:* *4.1* Concepto de la derivada como razón de cambio y pendientes de recta tangente. *4.2* La definición formal de la derivada y sus ilustraciones. *4.3* Derivada de funciones especiales y otros. *4.4* Relación continuidad y diferenciación. *4.5* Derivación: Teorema sobre derivadas como unicidad, derivada de suma, diferencia, producto, cociente de funciones. *4.6* Derivada de composición de funciones: Regla de la Cadena. *4.7* Derivadas de orden superior. *4.8* Diferenciales y aplicaciones. *4.9* Derivada de funciones implícitas.
5. *Aplicaciones de la Derivada:* *5.1* Máximos y mínimos locales y globales, relación con la derivada. *5.2* Teorema de Rolle y Teorema del Valor Medio. *5.3* Funciones crecientes y decrecientes y la relación con la derivada. *5.4* Caracterización de puntos óptimos con derivadas de primer y segundo orden. *5.5* Regla de L'Hôpital. *5.6* Problemas de aplicación de máximos y mínimos. *5.7* Convexidad, concavidad y su relación con la derivada. *5.8* Derivada de funciones inversas. *5.9* Derivada de funciones implícitas.

6. *Integración:* *6.1* Marco conceptual de la integral, interpretación geométrica. *6.2* Sumas de Riemann y la integral definida. *6.3* Teoremas sobre funciones integrales. *6.4* Integración de suma y producto por un escalar de funciones. *6.5* Teoremas fundamentales del Cálculo. *6.6* La integral indefinida. *6.7* Integral de funciones elementales. *6.8* Técnicas de integración: Sustitución, Integración por partes y otros.
7. *Aplicaciones de la Integral:* *7.1* Cálculo de áreas por integración. *7.2* Cálculo de volúmenes de revolución. *7.3* Derivación bajo el signo integral. *7.4* Integración numérica.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2			3			4			5			6			

Bibliografía

[1] William E. Boyce y Richard C. DiPrima, (1994), *Cálculo*, Compañía Editorial Continental, México.
[2] Howard Anton, (1994) *Cálculo y geometría analítica (Tomo I)*, Ed. Limusa, México.
[3] Hasser, La Salle y Sullivan, (1986), *Análisis Matemático I*, Ed. Trillas.
[4] Michael Spivak, (1992), *Calculus*, Ed. Reverté, Barcelona.
[5] T.M. Apóstol, (1998), *Calculus (Vol. I)*, Reverté, Barcelona.
[6] Louis Leithold, (1998), *El Cálculo*, Ed. Harla, México.

A.2.3. MAT-134: Cálculo II

Identificación

Asignatura:	Cálculo II
Sigla:	MAT–134
Area Curricular:	Análsis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–132
Carreras destinatarias:	Area de Ciencias y Tecnología.

Objetivos

Generalizar a varias variables los conceptos centrales del Cálculo Diferencial e Integral para funciones de una sola variable.

Lograr dominio de parte del estudiante de los fundamentos y la aplicabilidad en diversas disciplinas de los conceptos de límites, derivada e integral para varias variables.

Competencias

Estudia el espacio euclidiano donde considera funciones vectoriales de varias variables. Calcula derivadas parciales y aplica en los problemas de máximos y mínimos. Calcula integrales múltiples y aplica en problemas de cálculo de volúmenes de sólidos.

Programa Sintético

Vectores en el plano y en el espacio. Geometría analítica sólida. Funciones Vectoriales de Variable Real. Funciones Vectoriales de Variable Vectorial. Integrales Múltiples. Tópicos de Cálculo Vectorial. Sucesiones y Series.

Contenidos analíticos

1. *Vectores: 1.1* Vectores en dos dimensiones. *1.2* Producto escalar. *1.3* Proyección ortogonal. *1.4* Producto vectorial. *1.5* Producto Mixto.
2. *Geometría Analítica Sólida: 2.1* La recta. *2.2* El plano. *2.3* Superficies cuádricas. *2.4* Coordenadas cilíndricas y esféricas.
3. *Funciones Vectoriales de Variable Real: 3.1* Funciones de $\mathbb{R}$ en $\mathbb{R}^n$. *3.2* Curvas. *3.3* Límites, continuidad y derivadas. *3.4* Vectores unitarios tangente, normal, binormal, torsión, curvatura, plano osculador y círculo osculador. *3.5* Longitud de arco.
4. *Funciones Vectoriales de Variable Vectorial: 4.1* Funciones de $\mathbb{R}^n$ en $\mathbb{R}^m$. *4.2* Límites y continuidad. *4.3* Derivadas parciales y derivadas direccionales. *4.4* Derivada de una función de $\mathbb{R}^n$ en $\mathbb{R}^m$, el concepto, cálculo de la matriz Jacobiana. *4.5* Regla de la Cadena. *4.6* La diferencial de una función de varias variables; El desarrollo de Taylor de una función de varias variables. *4.7* Plano tangente. *4.8* Máximos y Mínimos de funciones de varias variables. *4.9* Máximos y Mínimos condicionados (Multiplicadores de Lagrange).
5. *Integrales Múltiples: 5.1* Integrales dobles, concepto, el área como integral. *5.2* Teorema de Cambio de Variable en integrales dobles, diversos cambios de variable. *5.3* Aplicación a la determinación de área de regiones planas. *5.4* Integrales Triples, concepto, el volumen como integral. *5.5* Teorema de Cambio de Variable en integrales triples, diversos cambios de variable; Aplicación a la determinación de volumen de sólidos. *5.6* Centroides, Centro de gravedad, Teorema de Pappus.
6. *Tópicos de Cálculo Vectorial: 6.1* Integrales de línea, concepto, propiedades. *6.2* Teorema de Green en el Plano. *6.3* Independencia del camino de integración. *6.4* Integrales de Superficie. *6.5* Área de una superficie. *6.6* Teoremas de Stokes y la Divergencia.

7. Sucesiones y Series: *7.1* Sucesiones, definición, límite y convergencia. *7.2* Series, definición, límite y convergencia. *7.3* Criterios de convergencia. *7.4* Series alternantes. *7.5* Convergencia condicional. *7.6* Series de potencias, Series de Taylor y Maclaurin. *7.7* Derivación e integración de series de potencias.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4			5			6				7	

Bibliografía

[1] Howard Antón, *Cálculo y Geometría Analítica*, Ed. Limusa, México.
[2] Louis Leithold, *El Cálculo*, Ed. Harla.
[3] E. J. Purcell y D. Varberg, *Cálculo con Geometría Analítica*, Ed. Prentice–Hall.
[4] C. Pita Ruiz, *Cálculo Vectorial*, Ed. Prentice–Hall.
[5] Thomas–Finney, (1980), *Cálculo con Geometría Analítica*, Ed. Addison–Wesley.
[6] Hasser, La Salle y Sullivan, *Análisis Matemático II*, Ed. Trillas.
[7] T. Apóstol, *Calculus*, Ed. Reverté.
[8] Richard Courant y Fritz John, *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático (Vol. I)*, Ed. Limusa, México.
[9] Juan de Burgos, *Cálculo Infinitesimal de Varias Variables*, Ed. Mc Graw–Hill, USA.

A.2.4. MAT-136: Álgebra Lineal

Identificación

Asignatura:	Álgebra Lineal
Sigla:	MAT–136
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Segundo Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–130
Carreras destinatarias:	Area Ciencia y Tecnología.

Objetivos

Presentar el desarrollo de la teoría matricial y la resolución de sistemas de ecuaciones lineales por el método de eliminación de Gauss, Gauss-Jordan y otros métodos. Estudiar los los espacios vectoriales, transformaciones lineales y cambios de bases. Desarrollar la metodología para calcular valores y vectores propios.

Mostrar la potencial aplicabilidad de la materia en diversas áreas, particularmente aquellas relacionadas con el área de ciencia y tecnología.

Competencias

Resuelve sistemas de ecuaciones lineales por eliminación de Gauss y Gauss-Jordan. Calcula determinantes e inversas de matrices. Estudia los espacios vectoriales con producto interior. Calcula los autovalores y autovectores de matrices y resuelve problemas de aplicación.

Programa Sintético

Matrices y ecuaciones lineales. Espacios Vectoriales. Aplicaciones Lineales. Productos escalares (o interiores) y ortogonalidad. Determinantes. Vectores propios y valores propios. Aplicaciones.

Contenidos analíticos

1. *Matrices y ecuaciones lineales:* *1.1* Matrices. *1.2* Multiplicación de matrices. *1.3* Ecuaciones lineales homogéneas y eliminación. *1.4* Operaciones por renglones y eliminación de Gauss. *1.5* Operaciones por renglones y matrices elementales. *1.6* Combinaciones lineales.
2. *Espacios Vectoriales:* *2.1* Definiciones. *2.2* Combinaciones lineales. *2.3* Conjuntos convexos. *2.4* Independencia lineal. *2.5* Dimensión. *2.6* Rango de una matriz.
3. *Aplicaciones Lineales:* *3.1* Aplicaciones lineales. *3.2* Núcleo e Imagen de una aplicación lineal. *3.3* Rango y las ecuaciones lineales. *3.4* Matriz asociada de una aplicación lineal. *3.5* Cambio de Base. *3.6* Composición de Aplicaciones Lineales. *3.7* Aplicaciones Lineales Inversas.
4. *Productos escalares y ortogonalidad:* *4.1* Productos escalares (o interiores). *4.2* Bases ortogonales. *4.3* Ortogonalización de Grand-Schmidt.
5. *Determinantes:* *5.1* Determinantes. *5.2* Rango de una matriz y subdeterminantes. *5.3* Regla de Cramer. *5.4* Aplicaciones: a la inversa de una matriz, en la interpretación del determinante como área y volumen.
6. *Vectores propios y valores propios:* *6.1* Vectores y valores propios. *6.2* El polinomio característico. *6.3* Vectores y valores propios de matrices simétricas. *6.4* Diagonalización de las aplicaciones lineales simétricas.
7. *Aplicaciones:* *7.1* Aplicaciones a las ecuaciones de diferencias. *7.2* Aplicaciones a las ecuaciones diferenciales. *7.3* Formas cuadráticas y aplicación a las secciones cónicas. *7.4* Formas cuadráticas y aplicación a las superficies cuádricas. *7.5* Cadenas de Markov y Teoría de Juegos.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1		2			3			4			5			6		7		8	

Bibliografía

[1] Serge Lang, (1990), *Introducción al Álgebra Lineal*, Ed. Addison–Wesley, USA.
[2] Hilbert Strang, (1980), *Álgebra Lineal y sus Aplicaciones*, Ed. Addison–Wesley, USA.
[3] Howard Anton, (1989), *Introducción al Álgebra Lineal*, Ed. Limusa, México.

A.2.5. MAT-274: Cálculo III

Identificación

Asignatura:	Cálculo III
Sigla:	MAT–274
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Tercer Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–134
Carreras destinatarias:	Area de Ciencias y Tecnología.

Objetivos

Desarrollar la teoría y las metodologías de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden. Aplicar el Teorema de existencia y unicidad de soluciones. Resolver ecuaciones de segundo orden y de orden n por medio de series de potencias y la Transformada de Laplace. Analizar la estabilidad de sistemas de ecuaciones autónomas en el plano fase.

Competencias

Verifica las condiciones de existencia y unicidad de soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias. Estudia y aplica los métodos de resolución de ecuaciones de primer y segundo orden. Resuelve las ecuaciones por series de funciones y la Transformada de Laplace. Analiza la estabilidad de los puntos de equilibrio de sistemas de ecuaciones diferenciales en el plano fase.

Programa Sintético

Naturaleza de las ecuaciones diferenciales. Ecuaciones de primer orden. Ecuaciones lineales de segundo orden y de orden superior. Soluciones de series de potencias. Transformadas de Laplace. Sistemas de ecuaciones lineales de primer orden. Ecuaciones no lineales y estabilidad. Métodos numéricos (opcional). Series de Fourier (opcional).

Contenidos analíticos

1. *Naturaleza de las ecuaciones diferenciales:* *1.1* Introducción. *1.2* Observaciones generales. *1.3* El teorema de Picard. *1.4* Familias de curvas. Ecuaciones diferenciales de familias de curvas.

   Objetivos: Definir la ecuación diferencial ordinaria y parcial. Distinguir las ecuaciones diferenciales ordinarias de las parciales. A menudo el estudiante pierde mucho tiempo tratando de resolver una ecuación diferencial ordinaria, motivo por el cual el objetivo central será el de investigar si la solución en efecto existe. Analizar si hay sólo una solución de la ecuación que satisfaga una condición inicial y para esto utilizaremos en forma apropiada el Teorema de Existencia y Unicidad.

2. *Ecuaciones de primer orden:* *2.1* Observaciones generales sobre las soluciones. *2.2* Ecuaciones homogéneas, exactas, factores de integración. *2.3* Ecuaciones lineales de primer orden. *2.4* Ecuaciones no lineales de primer orden: Bernoulli, Ricatti, Clairaut, Lagrange. *2.5* Reducción de orden. *2.6* Problemas de aplicación.

   Objetivos: Descubrir la ecuación diferencial de describe una situación específica. Encontrar la solución apropiada de una ecuación diferencial de primer orden por distintas técnicas. Permitir resolver una diversidad de ecuaciones de primer orden con aplicaciones.

3. *Ecuaciones lineales de segundo orden y de orden superior:* *3.1* Introducción. Teoría general de las ecuaciones de n-ésimo orden. *3.2* La solución general de la ecuación homogénea. *3.3* Utilización de una solución conocida para encontrar otra. *3.4* La ecuación homogénea con coeficientes constantes. *3.5* El método de coeficiente indeterminados. *3.6* El método de variación de parámetros. *3.7* Aplicaciones.

   Objetivos: Puesto que no existe fórmula para resolver en forma general una ecuación lineal de orden superior arbitraria y con coeficientes variables, por fortuna, muchas aplicaciones importantes requieren sólo ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes. Por eso, veremos cómo resolver tales ecuaciones en forma rutinaria.

Conocer los métodos de coeficientes indeterminados y el de variación de parámetros para resolver ecuaciones de n-ésimo orden.

4. *Soluciones de series de potencias:* *4.1* Introducción. *4.2* Repaso de series de potencias. *4.3* Ecuaciones lineales de segundo orden. *4.4* Puntos ordinarios. Puntos singulares. El punto al infinito.

   Objetivos: Como no hay un procedimiento similar para resolver ecuaciones diferenciales lineales cuando los coeficientes son variables, veremos las técnicas de series de potencias para resolver dichas ecuaciones. En especial se estudiarán (debido a sus aplicaciones en áreas tales como acústica, flujo de calor y reacción electromagnética) las ecuaciones de **Bessel** de orden n y la ecuación de **Legendre**.

5. *Transformadas de Laplace:* *5.1* Definición de la transformada de Laplace. *5.2* Observaciones sobre la teoría de la transformadas de Laplace. *5.3* Aplicaciones a ecuaciones diferenciales. *5.4* Derivadas e integrales de transformadas de Laplace. *5.5* La integral de convolución. *5.6* Funciones de fuerzas periódicas y continuas por partes. *5.7* Trasformadas de funciones periódicas. Impulsos y funciones delta.

   Objetivos: Aprender el cálculo de la transformada de Laplace $F(s)$ de una función $f(t)$. Ver que la transformada de Laplace convierte una ecuación diferencial, donde la incógnita es una función $f(t)$, en una ecuación algebraica para $F(s)$ y así poder simplificar el problema de encontrar la solución $f(t)$. Estudiar la existencia (y unicidad) de la transformada (inversa) de Laplace. Los modelos matemáticos de sistemas mecánicos o electrónicos con frecuencia incluyen funciones con discontinuidades correspondientes a fuerzas externas que varían abruptamente; razón por el cual se estudian funciones de fuerzas periódicas y continuas por partes.

6. *Sistemas de ecuaciones lineales de primer orden:* *6.1* Solución de sistemas lineales por eliminación. *6.2* Teoría básica de los sistema de ecuaciones lineales de primer orden. *6.3* Sistemas lineales homogéneos con coeficientes constantes. *6.4* Eigenvalores y eigenvectores. *6.5* Matrices fundamentales. *6.6* Sistemas lineales no homogéneos.

   Objetivos: Investigar la naturaleza general de las soluciones de la ecuación $\dfrac{dx}{dt} = P(t)x + g(t)$ y su ecuación homogénea asociada. Aplicar los sistemas lineales a modelos matemáticos tales como una red eléctrica, resorte–masa, mezclas y una aplicación a la dinámica de poblaciones de especies competidoras: una depredadora y la otra su presa. Métodos numéricos para las ecuaciones y sistema de orden mayor.

7. *Ecuaciones no lineales y Estabilidad:* *7.1* Sistemas autónomos. *7.2* El plano fase: sistemas lineales. *7.3* Estabilidad: sistemas casi lineales. *7.4* Segundo método de Liapounov.

   Objetivos: Estudiar sistemas de dos ecuaciones de primer grado de la forma $\dfrac{dx}{dt} = f(x, y)$, $\dfrac{dy}{dt} = g(x, y)$. Definir puntos límite (o puntos críticos), plano fase. Usar diagramas para obtener información cualitativa acerca de las soluciones del sistema en el plano fase. Estudiar el método de Liapounov para la estabilidad de las soluciones del sistema de ecuaciones diferenciales.

8. *Métodos numéricos:* **(Opcional)** *8.1* Introducción: método de Euler. *8.2* Método de Euler mejorado. *8.3* Método de Runge–Kutta.

   Objetivos: Ver la aproximación numérica de soluciones y la representación gráfica de estas soluciones aproximadas.

9. *Series de Fourier:* **(Opcional)** *9.1* Funciones periódicas y series trigonométricas. *9.2* Series generales de series de Fourier y convergencia. *9.3* Funciones pares e impares. *9.4* Aplicaciones de las series de Fourier. *9.5* Conducción del calor y separación de variables. *9.6* Cuerdas vibrantes y la ecuación de onda unidimensional. *9.7* Temperaturas estacionarias y ecuaciones de Laplace.

   Objetivos: Analizar las aplicaciones de las series de Fourier, la separación de variables. Discutir las tres ecuaciones clásicas: de onda, calor y Laplace.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1			2		3			4		5			6				6		

Bibliografía

[1] George F. Simmons, (1977), *Ecuaciones diferenciales y sus Aplicaciones*, Ed. Mc. Graw Hill, USA.

[2] W. Boyce, R. Di Prima, (1979), *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*, Ed. Limusa, México.

[3] Dennis G. Zill, (1988), *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones*, Ed. Iberoamericana.

[4] Edwuars Penney, (1994), *Ecuaciones diferenciales elementales*, Prentice Hall.

[5] M. Braum, (1990), *Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones*, Ed. Iberoamericana.

[6] Elgotz, (1969), *Ecuaciones diferenciales y Cálculo variacional*, Ed. MIR, Moscú.

[7] Kreider, Kuller, Ostberg, (1978), *Ecuaciones Diferenciales*, Fondo Educativo.

A.2.6. MAT-278: Cálculo IV

Identificación

Asignatura:	Cálculo IV
Sigla:	MAT–278
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Cuarto Semestre
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre–Requisitos Formales:	MAT–274
Carreras destinatarias:	Area Ciencia y Tecnología.

Objetivos

Extender los conceptos de diferenciación e integración de los reales (los cuales se asumen conocidos) a los números complejos, siendo ésta una teoría de gran aplicabilidad, para tal efecto se describirá teoremas centrales tales como: el teorema de Cauchy, para finalmente abordar una de sus aplicaciones importantes como el cálculo de integrales definidas por medio de residuos.

Competencias

Estudia funciones analíticas, verifica las condiciones de diferenciabilidad mediante las ecuaciones de Cauchy-Riemann. Aplica el Teorema del residuo para resolver las integrales.

Programa Sintético

Funciones Analíticas. Teorema de Cauchy. Representación en Series de funciones analíticas. Cálculo de residuos.

Contenidos analíticos

1. *Funciones Analíticas:* *1.1* Números complejos. *1.2* Funciones elementales. *1.3* Funciones analíticas. *1.4* Diferenciación de funciones elementales. *1.5* Teorema de Cauchy. *1.6* Integrales de contorno.
2. *Teorema de Cauchy:* *2.1* Fórmula integral de Cauchy. *2.2* Teorema del máximo módulo y funciones armónicas.
3. *Representación en series de funciones analíticas:* *3.1* Convergencia de series. *3.2* Series de potencia y teorema de Taylor. *3.3* Series de Laurent.
4. *Cálculo de residuos:* *4.1* Cálculo de residuos. *4.2* El teorema de residuos. *4.3* Evaluación de integrales definidas.

Métodos y Medios Didácticos

Los métodos didácticos aplicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia son las exposiciones magistrales del docente que utiliza recursos educativos y métodos de razonamiento *inductivo*, *deductivo*, *analógico* y *heurístico* para inducir el aprendizaje *por descubrimiento propio, dialogado, programado y demostrativo* que permite al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa* con pensamiento crítico capaz de demostrar y presentar los teoremas con rigor lógico utilizando el lenguaje matemático. Los medios didácticos que dispone la Carrera son las aulas equipadas con medios audio visuales, guías de practicas, material impreso o digital, mapas conceptuales y una Biblioteca especializada que facilita el desarrollo teórico y práctico de la asignatura.

Estructura de Evaluación

La evaluación es la valoración de las competencias de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y de valores (saber ser) alcanzadas mediante exámenes parciales periódicas (60 %), prácticas e implementaciones de laboratorio (15 %) y una evaluación final (25 %) de todo el contenido de la asignatura. Sobre un total de 100 %, la nota mínima de aprobación en el pregrado es de 51 %. La distribución de temas por parciales, así como el cronograma de los exámenes se elabora con el Coordinador de paralelos. También está prevista un examen de

segundo turno para aquellos estudiantes que hayan acumulado por lo menos 31 % en el semestre. Este examen es sobre todo el contenido de la asignatura y la nota mínima de aprobación es de 51 %.

Auxiliatura de docencia

En una sesión por semana, el Auxiliar de Docencia resuelve problemas prácticos e ilustrativos de la teoría desarrollada en clases de docencia.

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en pruebas escritas u orales, donde se valora la aplicación adecuada de *conceptos*, *teoremas* y *métodos* en la *demostración* o *resolución* de problemas planteados; y, en la calificación de prácticas o trabajos de laboratorios cuyo informe debe estar escrito en un *lenguaje matemático* adecuado con rigor lógico. Se valora de forma adicional la *creatividad* y la *simplicidad* en la presentación de sus resultados.

Cronograma de Avance

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Capítulos	1				2					3				4				5		

Bibliografía

[1] Jerrold E. Marsden, (1973), *Basic Complex Analysis*, Ed. Freeman and Company, USA.
[2] Alcides Lins Neto, (1993), *Funçoes de uma variável complexa*, Ed. IMPA, Brasil.
[3] R.V. Churchill, J.W. Brown, (1995), *Variable Compleja*, Ed. Mc. Graw–Hill, USA.
[4] C. Pita Ruiz, *Cálculo Vectorial*, Prentice Hall.

Bibliografía

[1] Albaum, G. (1997), *The Likert scale revisited: an alternate version*, Journal of the Market Research Society, 39(2), 331-332.

[2] Alvarez de Zayas, Carlos M. (2000) *El Diseño Curricular*, PROMEC-UMSS.

[3] Ander-Egg, Ezequiel (1995), *La Planificación educativa* Ed. Magisterio del Rio de la Plata, Buenos Aires.

[4] Arandia Saravia, L. (2006), *Métodos y técnicas de investigación y aprendizaje*

[5] Arredondo, V.A, *Evaluación Curricular*, ENEP, UNAM, Zaragoza.

[6] Berenson, M., y Levine, D. (1996), *Estadística básica en administración, concepto y aplicaciones*, MÃ©xico Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica.

[7] Diaz-Barriga, Frida (1998), *MetodologÃa de Diseño Curricular para Educación Superior* Ed. Trillas, MÃ©xico.

[8] Glazman, R. y Ibarrota de M (1978), *Diseño de planes de estudios*, CISE, UNAM, MÃ©xico.

[9] Johnson, M. (1967) *Definitions and models in curriculum theory*, International Review of Education,187-194.

[10] Kearney, N.C. y Cook, W.W. (1969) *Curriculum en R.L. Ebel y cols*, Encycopedia of Educational Research, Nueva York.

[11] Lakatos, I. (1999), *Matemáticas, ciencia y epistemología*, Alianza Editorial.

[12] Lafourcade, Pedro D. (1974), *Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior*, Ed. Kapelusz, Argentina.

[13] Lundgren, U. P. (1983) *Between Hope and Happening: Text and Context in Curriculum*, Deakin University.

[14] Muriel, H. B., & Jemio, L. C. (2010), *Mercado laboral y reformas en Bolivia*, Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo, Vol. 7.

[15] Popper, K. (2014), *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*, routledge.

[16] Polya, G. (2014), *How to solve it: A new aspect of mathematical method*, Princeton University Press.

[17] Rojo, MartÃn RodrÃguez (1997), *Hacia una didáctica crítica*, Ed. La Muralla S.A. Madrid.

[18] Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, P. B. (1996), *Metodología de la investigación*, Edición McGraw-Hill.

[19] Stenhouse, L. (1987) *Introduction to Curriculum Reseach and Development, Heinemann, Londres*, Investigación y desarrollo del currículum, Ed. Morata, Madrid.

[20] Stenhouse, L. (1998) *Investigación y desarrollo del curriculum*, Investigación y desarrollo del currículum, Ed. Morata, Madrid.

[21] White, H. T. (1991). Michael Porter: *The Competitive Advantage of Nations*, New Zealand Engineering, Vol. 46, nro 1, pÃ¡g. 5.

[22] Zabala Vidiella, Antoni (1999), *Enfoque Globalizador y Pensamiento Complejo*, Una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad, Ed. GRAO, Barcelona.

Índice alfabético

Algebra Abstracta, 73
Algebra Lineal, 75, 399
Análisis en $\mathbb{R}^n$, 76
Análisis FODA, 55
Análisis Funcional, 37, 76
Análisis Real, 76
Aplicar la Matemática, 74
Area de Algebra, 75
Area de Análisis, 75
Area Geometría y Topología, 76
Area Matemática Aplicada, 77

Bachiller Superior 1983, 52
BIO-223: Genética General, 184
BIO-308: Tópicos de Biomatemática, 279

Cargas Horarias, 85
Carrera de Matemática, 4
Ciclos, 71
Comité Ejecutivo, 7
Composición HCC, 7
Convalidaciones, 320
Creación, 3
Curricula 1967 a 1983, 52
Curricula 1994, 53
Curricula 2002, 53
Curricula 2007, 54

Disciplina formativa, 36

ECO-224: Ecología I, 275
ECO-241: Ecología II, 277
Educación Matemática, 78
Egreso, 92
Enculturación, 51
Estructura Siglas, 82
Exámenes, 91

Filosofía de la Profesión, 36
FIS-137: Física I, 129
FIS-147: Física II, 160
FIS-257: Física III, 162
FIS-267: Mecánica Clásica, 164
FIS-307: Tópicos de Física Matemática, 251
FIS-377: Física Moderna, 247
FIS-387: Mecánica Cuántica, 249
Formato de Tesis de Maestría, 334
Formato Proyecto de Grado, 41

HCC, 7
Historia de Matemática, 2
Homologaciones, 320

INF-144: Lógica para la Ciencia de la Computación, 178
INF-154: Lenguajes Formales y Autómatas, 180
INF-164: Teoría de la Información y Codificación, 182
INF-271: Teoría de Sistemas y Modelos, 263
INF-282: Especificaciones Formales y Verificación, 265
INF-306: Tópicos de Computación Científica, 273
INF-315: Planificación y Seguridad de los Sistemas Informáticos, 267
INF-351: Sistemas Expertos, 269
INF-354: Inteligencia Artificial, 271
Ingreso, 63

MAT-111: Algebra I, 100
MAT-112: Cálculo Dif. Integral I, 102
MAT-113: Geometría I, 104
MAT-114: Heurística Matemática, 106
MAT-117: Computación Científica I, 109
MAT-120: Teoría de Números, 117
MAT-121: Algebra II, 121
MAT-122: Cálculo Dif. Integral II, 113
MAT-123: Geometría II, 115
MAT-127: Computación Científica II, 119

MAT-130: Algebra, 403
MAT-131: Algebra Lineal I, 111
MAT-132: Análisis Real, 123
MAT-132: Cálculo I, 405
MAT-134: Análisis Combinatorio, 125
MAT-134: Cálculo II, 407
MAT-135: Ecuaciones Diferenciales I, 127
MAT-136: Álgebra Lineal, 409
MAT-141: Algebra Lineal II, 131
MAT-142: Análisis en $\mathbb{R}^n$, 133
MAT-147: Prob. y Estadística, 137
MAT-151: Lógica y Conjuntos, 135
MAT-204: Matemática Actuarial, 217
MAT-250: Historia de la Matemática, 194
MAT-251: Algebra Abstracta I, 140
MAT-252: Análisis I, 142
MAT-253: Topología General, 144
MAT-254: Modelización Matemática, 211
MAT-258: Teoría de Optimización Lineal, 209
MAT-260: El Análisis por su Historia, 196
MAT-261: Algebra Abstracta II, 146
MAT-262: Análisis Complejo I, 148
MAT-263: Geometría No Euclidiana, 188
MAT-264: Teoría de Grafos, 198
MAT-267: Teoría de la Computación, 207
MAT-268: Teoría de Optimización no Lineal, 213
MAT-270: Didáctica de la Matemática, 200
MAT-273: Geometría Proyectiva, 190
MAT-274: Cálculo III, 411
MAT-274: Teoría de Grafos Aplicada, 221
MAT-278: Análisis Numérico, 192, 215
MAT-278: Cálculo IV, 414
MAT-280: Teoría de la Educación Matemática, 203
MAT-283: Álgebra Abstracta Aplicada, 223
MAT-284: Biomatemática, 186
MAT-290: Lógica Matemática, 205
MAT-294: Matemática Financiera, 219
MAT-301: Tópicos de Algebra, 281
MAT-302: Tópicos de Análisis
Tópicos de Análisis, 283
MAT-303: Tópicos de Geo-Top.
Tópicos Geo. Topología, 285
MAT-304: Tópicos de Modelos Matemáticos, 301
MAT-308: Tópicos de Optimización, 299
MAT-363: Topología Algebraica, 233
MAT-371: Álgebra Conmutativa, 229
MAT-372: Análisis Complejo II, 235
MAT-372: Teoría de la Medida en Espacios Euclidianos, 152
MAT-373: Geometría Diferencial, 154
MAT-374: Análisis Matricial, 245, 295
MAT-375: Ec. Dif. Parciales, 237
MAT-377: Criptografía, 293
MAT-378: Optimización Dinámica Aplicada, 287
MAT-381: Álgebra Homológica, 231
MAT-383: Variedades Diferenciables, 241
MAT-385: Sistemas Dinámicos, 239
MAT-386: Economía Matemática, 291
MAT-392: Análisis Funcional I, 227
MAT-393: Topología Diferencial, 243
MAT-394: Modelos Matemáticos, 289
MAT-396: Teoría de Juegos, 297
MAT-399: Proyecto de Grado, 156
MAT-411: Álgebra Abstracta I, 340
MAT-412: Teoría de la Medida, 338
MAT-413: Topología, 342
MAT-416: Teoría de Juegos y Aplicaciones, 373
MAT-418: Análisis Convexo y Aplicaciones, 371
MAT-421: Álgebra Abstracta II, 346
MAT-422: Análisis Funcional, 344
MAT-427: Teoría Matemática de Probabilidades, 377
MAT-428: Teoría de Optimización Dinámica, 375
MAT-431: Topología Algebraica, 351
MAT-432: Análisis Funcional Aplicado, 387
MAT-434: Teoría de Matrices, 367
MAT-435: Sistemas Dinámicos, 363
MAT-438: Tópicos de Teoría de Optimización, 379
MAT-441: Algebras de Banach, 353
MAT-443: Superficies de Riemann, 365
MAT-444: Matrices No Negativas, 369
MAT-447: Tópicos de Física Matemática, 383
MAT-448: Tópicos de Optimización Aplicada, 389
MAT-451: Álgebra Homológica, 355
MAT-453: Geometría Algebraica, 361
MAT-454: Teoría de Control, 359
MAT-455: Teoría de Ecuaciones Diferenciales,

357
MAT-458: Análisis Numérico, 391
MAT-464: Análisis Matricial Aplicado, 381
MAT-465: Sistemas Dinámicos Aplicados, 385
MAT-477: Teoría de Mineria de Datos, 393
MAT-499: Tesis de Maestría, 348
MAT-99: Introducción a la Matemática, 401
Materias de Servicio, 399
Materias Electivas, 82, 83
Modalidad de Ingreso, 63
Modelo del Curriculo, 57

Organigrama, 4
Orientación Aplicada, 79

Pensum Licenciatura, 87
Prefacultativo, 63
Problemas Profesionales, 35
Proceso Profesional, 38
Programas de Materias, 95
Programas de Materias de Maestría, 337
Proyecto de Grado, 42

QMC-305: Tópicos de Química Matemática, 261
QMF-111: Fisicoquímica I, 166
QMF-121: Laboratorio de Fisicoquímica I, 168
QMF-212: Fisicoquímica II, 170
QMF-222: Laboratorio de Fisicoquímica II, 172
QMF-313: Fisicoquímica III, 257
QMF-323: Laboratorio de Fisicoquímica III, 259
QMI-211: Química Inorgánica I, 174
QMI-212: Química Inorgánica II, 253
QMI-221: Laboratorio de Química Inorgánica I, 176
QMI-222: Laboratorio de Química Inorgánica II, 255

Revisión de Tesis de Maestría, 336
Revisión del Proyecto de Grado, 42

Siglas, 82

Título Profesional, 93
Tabla Convalidaciones, 321
Tesis de Maestría, 336