

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE MATEMÁTICA



PLAN ACADÉMICO 2002
Licenciatura en Matemática
Bachiller Superior en Matemática

(Plan Académico 1994 Reestructurado)

Aprobado por Resolución HCU 168/2003

Gestión 2001-2004

La Paz-Bolivia

2004

Preparado por: Mgr. Porfirio Suñagua S.
Revisado por: Lic. Santiago Conde Cruz
Lic. Mario F. Paz Ballivián
(Proyecto: Desarrollo Curricular)

Agradecimientos

La reestructuración del Plan Académico 1994 es producto de las jornadas del Primer Congreso Interno de la Carrera de Matemática llevado a cabo el año 2000; año en el que, también, se decidió crear el Instituto de Investigación Matemática. En la plenaria del Congreso, se fijó como período de efectividad del plan reestructurado, la gestión 2002, de modo que todos los estudiantes de la Carrera puedan adaptar su avance curricular. El Plan reestructurado es concluido definitivamente en Noviembre del 2001. El proceso de análisis y evaluación del Plan 94 correspondió a la Comisión Académica del Congreso integrada por el Director Académico y docentes comprometidos con el proceso de diseño curricular de la Carrera.

Por lo que se tiene especial agradecimiento a las autoridades por entonces Jefe de Carrera Msc. Miguel Yucra, Director Académico Lic. Santiago Conde, y a todos los docentes y estudiantes que han contribuido en las jornadas de discusión sobre la nueva estructura del plan de estudios.

Actualmente, las autoridades de la Carrera de Matemática son: Jefe de Carrera Mgr. Porfirio Suñagua Salgado; Director Académico Lic. Santiago Conde Cruz, Director del Instituto de Investigación Matemática Lic. Luis Tordoya Lazo; quienes, de manera responsable, prepararon la redacción siguiendo un modelo de diseño curricular para su mejor comprensión y posterior aprobación en las instancias Universitarias.

La redacción corresponde al Mgr. Porfirio Suñagua Salgado y la revisión a los licenciados Santiago Conde Cruz y Mario F. Paz Ballivián. El diseño de las materias fue aporte de los docentes: Mgr. Porfirio Suñagua, Lic. Santiago Conde, Lic. Luis Tordoya, Msc. Miguel Yucra, Msc. Efraín Cruz, Lic. Mario Paz, Lic. Marcelo Machicao, Msc. Ernesto Cupé, Lic. Oscar Bobarin, Dr. Javier Guachalla.

Octubre del 2004
Porfirio Suñagua S.

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

Índice general

Agradecimientos	I
I El Desarrollo Curricular de la Carrera de Matemática	1
1. Introducción	3
1.1. Análisis Académico en el I Congreso Interno	3
1.2. Licenciatura y Bachiller Superior en Ciencias	4
1.3. Descripción de Temas	5
2. Historia de la Carrera de Matemática	7
2.1. Creación	7
2.2. Desarrollo Curricular	7
2.2.1. Curricula 1967, 1974, 1976 y 1983	8
2.2.2. Curricula 1994: Resolución HCU 057/96	9
3. Evaluación de la Curricula 1994	11
3.1. Análisis FODA	11
3.1.1. Fortalezas	12
3.1.2. Oportunidades	12
3.1.3. Debilidades	12
3.1.4. Amenazas	13
3.2. Análisis del Perfil Profesional	13
3.3. Análisis de Objetivos	13
3.4. Estadísticas Importantes	14
3.5. Indicadores Importantes	14
3.6. Necesidad de renovación del Plan 1994	14
4. Estructura de la Carrera de Matemática	17
4.1. Organigrama	17
4.1.1. Composición del HCC	17
4.1.2. Composición del Comité Ejecutivo:	18
4.2. Actividades fundamentales	18
4.2.1. Académica	18
4.2.2. Investigación	18
4.2.3. Interacción Social	19

4.3. Recursos e Infraestructura	19
4.4. Instituto de Investigación Matemática: Resolución HCU 272/01	19
II Nuevo Diseño Curricular de la Carrera de Matemática	21
5. Diseño de la Licenciatura en Matemática	23
5.1. Diseño Curricular	23
5.2. Modelización	24
5.2.1. Definición del Problema	24
5.2.2. Esquema Inicial	24
5.2.3. Inserción de Recursos Teóricos	24
5.2.4. El Modelo	24
5.2.5. Desarrollo	24
5.2.6. Contrastación	25
5.2.7. Replanteo	25
5.2.8. Nueva Contrastación	25
5.3. Enculturación de la Ciencia	25
5.4. Formación Profesional	25
5.5. Perfil Profesional	26
6. El Proceso de Formación Profesional	27
6.1. Problemas Profesionales	27
6.2. Diseño y Desarrollo Curricular	28
6.3. Filosofía y Objeto de la Profesión	28
6.3.1. Objeto y alcances del Trabajo	29
6.3.2. Modos de Actuación	29
6.3.3. Campos de Acción	29
6.3.4. Esferas de Actuación	29
6.4. Objetivos de la formación Profesional	30
6.5. Diseño de Áreas y de Asignaturas	32
6.6. Estructura por Ciclos	32
6.6.1. Ciclo Básico	32
6.6.2. Ciclo Intermedio	33
6.6.3. Ciclo de Orientación	33
6.7. Areas de Estudios en el nuevo Programa	34
6.8. Aplicar la Matemática	35
7. Estructura del Plan de Estudios 2002	37
7.1. Areas Troncales	37
7.1.1. Introducción	37
7.1.2. El Área de Álgebra	37
7.1.3. El Área de Análisis	38
7.1.4. El Área de Geometría y Topología	39
7.1.5. El Área de Matemática Aplicada	39
7.1.6. Laboratorios de Computación	41

7.1.7. Educación Matemática	41
7.2. Ciclos Académicos	41
7.2.1. Ciclo Básico: Primero a Cuarto Semestre	41
7.2.2. Ciclo Intermedio: Quinto al Sexto Semestre	41
7.2.3. Ciclo de Orientación: Séptimo al Décimo Semestre	42
7.3. Estructura de Siglas	42
7.4. Materias Electivas	43
7.5. Materias Optativas	43
7.6. Materias de Servicios a Matemática	44
7.6.1. Servicios de Física	44
7.6.2. Servicios de Estadística	45
7.6.3. Servicios de Informática	45
7.7. Carga Horaria del Plan de Estudios (créditos)	46
7.7.1. Horas Teóricas	46
7.7.2. Horas Prácticas	46
7.7.3. Horas Laboratorio	46
7.8. Pensum Semestral de Licenciatura	47
7.9. Bachiller Superior en Matemática	47
7.9.1. Objetivos de la Formación Profesional	50
7.9.2. Perfil Profesional del Bachiller Superior	50
7.9.3. Pensum Semestral del Bachiller Superior (Res. HCU 168/03)	51
7.10. Malla Curricular	51
7.11. Flexibilidad del Plan de Estudio: Pre-Requisitos	54
7.12. Evaluación en las Materias	54
7.12.1. Exámenes Parciales	55
7.12.2. Examen Final	55
7.12.3. Prácticas	55
7.12.4. Examen de Recuperación	55
7.13. Caracterización de las Materias	55
7.13.1. Materias de Especialidad	55
7.13.2. Materias de Servicios	55
7.14. Carga Horaria Académica del Docente	56
8. Régimen Estudiantil	57
8.1. Modalidad de Ingreso	57
8.1.1. Curso Prefacultativo	57
8.1.2. Liberación del Curso Prefacultativo	57
8.2. Modalidad de Graduación	58
8.2.1. Introducción	58
8.2.2. Objetivos	58
8.2.3. Requerimientos	59
8.2.4. Seminario de Pre-Tesis	59
8.2.5. Formato del Perfil de Tesis	59
8.2.6. Seminario de Tesis	61
8.2.7. Defensa de Tesis	61

8.3. Egreso: Culminación de Materias	62
8.4. Colación de Grado	62
8.5. Título Profesional	62
9. Convalidaciones	63
9.1. Cambio al Plan Estructurado	63
9.2. Alumnos de otras Carreras	64
9.3. Tabla de Convalidaciones	64
10.Requerimiento Funcional	67
10.1. Recursos Humanos	67
10.2. Infraestructura	68
10.3. Recursos Materiales	69
III Programa de Asignaturas	71
11.Ciclo Básico	73
11.1. Primer Semestre	75
11.1.1. MAT-111: Álgebra I	75
11.1.2. MAT-112: Cálculo Diferencial e Integral I	77
11.1.3. MAT-113: Geometría I	79
11.1.4. MAT-114: Introducción a los Modelos Matemáticos I	83
11.1.5. MAT-117: Computación I	87
11.2. Segundo Semestre	89
11.2.1. MAT-121: Álgebra II	89
11.2.2. MAT-122: Cálculo Diferencial e Integral II	91
11.2.3. MAT-123: Geometría II	93
11.2.4. MAT-124: Introducción a los Modelos Matemáticos II	97
11.2.5. MAT-127: Computación II	99
11.3. Tercer Semestre	101
11.3.1. MAT-131: Álgebra Lineal I	101
11.3.2. MAT-132: Cálculo Diferencial e Integral III	103
11.3.3. MAT-134: Análisis Combinatorio	105
11.3.4. FIS-100: Física Básica I	107
11.4. Cuarto Semestre	109
11.4.1. MAT-141: Álgebra Lineal II	109
11.4.2. MAT-142: Cálculo Diferencial e Integral IV	111
11.4.3. MAT-144: Probabilidades y Estadística	113
11.4.4. FIS-102: Física Básica II	115
12.Ciclo Intermedio	117
12.1. Quinto Semestre	119
12.1.1. MAT-251: Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	119
12.1.2. MAT-252: Análisis I	121
12.1.3. MAT-255: Ecuaciones Diferenciales I	123

12.2. Sexto Semestre	125
12.2.1. MAT-261: Algebra Abstracta I	125
12.2.2. MAT-262: Análisis Complejo I	127
12.2.3. MAT-263: Topología General	129
13. Ciclo de Orientación	131
13.1. Séptimo Semestre	133
13.1.1. MAT-371: Algebra Abstracta II	133
13.1.2. MAT-372: Análisis II	135
13.1.3. MAT-373: Geometría Diferencial	137
13.2. Octavo Semestre	139
13.2.1. MAT-381: Algebra Homológica	139
13.2.2. MAT-382: Análisis Funcional I	141
13.3. Noveno Semestre	143
13.3.1. MAT-398: Seminario de Pre-Tesis	143
13.4. Décimo Semestre	144
13.4.1. MAT-399: Seminario de Tesis	144
14. Materias Electivas	145
14.1. Electivas de diversas Areas	147
14.1.1. ELM-252: Introducción al Análisis Numérico	147
14.1.2. ELM-262: Análisis Matricial	149
14.1.3. ELM-251: Introducción a la Teoría de Números	151
14.1.4. ELM-253: Geometría No Euclidiana	155
14.1.5. ELM-263: Geometría Proyectiva	159
14.1.6. ELM-264: Programación Lineal y No Lineal	161
14.1.7. ELM-256: Investigación Operativa	163
14.1.8. ELM-266: Estadística Matemática	165
14.1.9. FIS-200: Física Básica III	167
15. Materias Optativas	169
15.1. Optativas Algebraicas	171
15.1.1. OPM-380: Lógica Matemática	171
15.1.2. OPM-381: Teoría de Números	173
15.1.3. OPM-301: Geometría Algebraica	175
15.1.4. OPM-391: Algebra Conmutativa	177
15.1.5. MAT-301: Tópicos de Algebra	179
15.2. Optativas de Análisis	181
15.2.1. OPM-382: Análisis Complejo II	181
15.2.2. OPM-392: Análisis Funcional II	183
15.2.3. MAT-302: Tópicos de Análisis	185
15.2.4. MAT-302: Tópicos de Análisis	187
15.2.5. MAT-302: Tópicos de Análisis	189
15.2.6. MAT-302: Tópicos de Análisis	191
15.3. Optativas de Análisis y Ecuaciones Diferenciales	193

15.3.1. OPM-384: Análisis Numérico	193
15.3.2. OPM-385: Ecuaciones Diferenciales II	195
15.3.3. OPM-305: Sistemas Dinámicos	197
15.3.4. OPM-395: Ecuaciones Diferenciales Parciales	199
15.4. Optativas de Geometría y Topología	201
15.4.1. OPM-383: Variedades Diferenciables	201
15.4.2. OPM-393: Topología Algebraica	203
15.4.3. OPM-303: Topología Diferencial	205
15.4.4. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología	207
15.4.5. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología	209
15.4.6. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología	211
15.4.7. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología	213
15.4.8. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología	215
15.5. Optativas de Matemáticas Aplicadas, Historia y Filosofía	217
15.5.1. OPM-386: Teoría de Probabilidades	217
15.5.2. OPM-396: Procesos Estocásticos	219
15.5.3. FIS-206: Física Moderna	221
15.5.4. FIS-282: Mecánica Cuántica	223
15.5.5. OPM-387: Teoría de la Computación	225
15.5.6. OPM-300: Filosofía de la Matemática	227
15.5.7. OPM-390: Historia de la Matemática	229
15.5.8. EST-386: Modelos Lineales	233
15.5.9. EST-384: Análisis de Series de Tiempo Univariado	235
15.5.10. EST-394: Análisis de Series de Tiempo Multivariado	237
15.5.11. EST-396: Análisis Multivariante	239
15.5.12. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados	241
15.5.13. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Economía	243
15.5.14. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física	245
15.5.15. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física Teórica	247
A. Materias de Servicio	249
A.1. Servicio a Sociología	251
A.1.1. MAT-99: Introducción a la Matemática	251
A.2. Servicio a FCPN	253
A.2.1. MAT-130: Algebra	253
A.2.2. MAT-132: Cálculo I	255
A.2.3. MAT-134: Cálculo II	257
A.2.4. MAT-136: Algebra Lineal	259
A.2.5. MAT-274: Cálculo III	261
A.2.6. MAT-278: Cálculo IV	265
B. Documentos	267
B.1. Resolución HCU 168/03	268
B.2. Formato del Perfil de Tesis	269
B.2.1. Estructura de la Propuesta	269

Índice de cuadros

2.1. Carreras de FCPN	7
3.1. Estadísticas de la Carrera de Matemática	14
3.2. Indicadores de la Carrera de Matemática	15
6.1. Resumen del Proceso Profesional	30
7.1. Materias Electivas	43
7.2. Materias Optativas	43
7.3. Distribución de Horas del Plan 2002	47
7.4. Total Horas Académicas del Plan 2002	47
7.5. Plan de Estudios 2002: Licenciatura en Matemática (Res.HCU 168/2003) . .	48
7.6. Plan de Estudios de Bachiller Superior en Matemática	52
9.1. Tabla de Convalidación del Plan 1994 al Plan 2002 (Res. HCF 153/03) . . .	65

Índice de figuras

4.1. Organigrama de la Carrera de Matemática	17
6.1. Vínculo dialéctico del diseño curricular	31
6.2. Relación Dialéctica entre los Componentes	31
11.1. Esquema inductivo-deductivo	81
11.2. Esquema inductivo-deductivo	95
12.1. Superficie Suave	117
13.1. Superficie de Revolución generada por $y = \sqrt{1 - x^2}$	131
14.1. Función Diferenciable en el origen	145
15.1. Ecuaciones paramétricas	169
A.1. Punto Silla	249
B.1. Curva Polinomial de Grado 4	267

Parte I

El Desarrollo Curricular de la Carrera de Matemática

Capítulo 1

Introducción

1.1. Análisis Académico en el I Congreso Interno

En el año 2000, la Carrera de Matemática reunida en asamblea Docente–Estudiantil resolvió organizar y llevar adelante el Primer Congreso Interno de la Carrera para establecer lineamientos particulares en los aspectos académicos, de investigación e interacción social, marcos institucionales, infraestructura y presupuesto. Las discusiones más importantes se dieron al rededor de la creación del Instituto de Investigación Matemática, formulando, luego, sus bases institucionales y su reglamentación. La actividad académica, la más importante de la Carrera, aprobó el informe de la Comisión Académica con relación a la actualización del Plan de Estudios vigente desde la gestión 1994 (aprobado mediante Resolución Universitaria HCU Nro. 057/96). La actualización enriqueció las asignaturas reajustándolas a sus objetivos y filosofía originales; como consecuencia de esto se operaron cambios en sus contenidos garantizando su profundidad y sus alcances, así como su operabilidad rescatando el espíritu y la estructura del acertado diseño original de 1993, como se constata en los temas de Introducción a los Modelos Matemáticos y otras asignaturas. Quizá otro de los factores para este hecho fue que las asignaturas del Plan 94 no llegaron a culminar un nivel de detalle analítico, sólo se llegó, en la mayor parte, al enunciado de objetivos, un sumario contenido sintético y un listado de libros de texto y consulta. Hoy en día, se señala bibliografía de reciente edición que se ajusta de modo realista al desarrollo curricular. Por consiguiente, el Proceso Curricular que transcurre desde el año 1994, es, como corresponde, debidamente actualizado, ratificando sus líneas estratégicas e imprimiéndole énfasis emergentes. La Comisión Académica del Congreso concluyó en la necesidad de renovar la curricula de 1994, sin modificaciones estructurales, ratificando la filosofía de fondo; pero si, devolviendo al currículo consistencia formativa, rectificando así cierta dispersion que se presentó por demasiada flexibilidad. Pese a estos detalles, este Plan consiguió muy buenos resultados, lo cual se refleja en el evidente éxito relativo de los graduados, respecto al plan antiguo de 1983. La mejoría comprueba en la calidad de los recientes graduados e incluso de los alumnos nuevos, quienes, desde los primeros semestres muestran un inteligente manejo de conceptos y de léxico matemático, así como de sus métodos, en el arte de reconstruir creativamente significativos resultados, orientándose con solvencia científica hacia niveles superiores de formación. A su vez, se efectuaron los ajustes necesarios para salvar ciertos vacíos y realizar óptimamente la misión de la Carrera, que aporta con versátiles profesionales sólidamente formados, capaces de modelizar

y resolver complejos problemas recurriendo a las teorías matemáticas pertinentes, ya sea con propósitos simplemente teóricos como aplicados.

Por otra parte, en las plenarias del primer congreso, se determinó implementar el plan actualizado a partir del primer semestre de la gestión académica 2002 y hacer que todos los estudiantes se ajusten al mismo, realizando las correspondientes convalidaciones y homologaciones al nuevo plan, con el mínimo perjuicio posible. En la misma plenaria, no se alcanzaron a precisar de manera detallada las asignaturas electivas y optativas, dejando esta tarea a la comisión; tarea que fue aprobada el 16 de noviembre del 2001. Con ello, se completó de manera definitiva el diseño de materias electivas y optativas, como también la asignación de siglas en el nuevo rango de 100's a 300's para los tres ciclos. Se encomendó a las autoridades de la Carrera realizar los trámites conducentes a la aprobación correspondiente del nuevo plan en las instancias Universitarias.

El renovado plan es, con relación al anterior, un tanto más estructurado; presenta menos opciones de materias electivas y optativas, pero ofrece mayor consistencia, permitiendo que los pocos estudiantes de los últimos semestres se puedan agrupar con facilidad. Además, hay que notar que ya en octavo semestre se alcanza una formación disciplinar suficiente y que los dos últimos semestres contienen materias de orientación hacia una área de estudio que concluye con un trabajo de tesis. Por lo que, tanto el Licenciado en Matemática como el Bachiller Superior, tienen los mismos rasgos formativos. El licenciado, a través de su tesis, demuestra tener autonomía cognitiva, capacidad investigativa y facilidad para la elaboración y presentación de elegantes módulos temáticos con diferentes propósitos. Otro aspecto a resaltar en el nuevo plan es su poca dependencia de servicios de otras unidades. El plan anterior tenía una variedad de materias electivas que el estudiante podía cursar en otras Carreras cuyos contenidos y sus métodos resultaron demasiado prosaicos con relación a la profundidad teórica de las asignaturas propias. Ahora, se tiene algunas materias de complementación necesaria, en estadística y cálculo de probabilidades, en aplicaciones computacionales y en Física, que coinciden con las de las carreras prestatarias.

1.2. Licenciatura y Bachiller Superior en Ciencias

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.

1.3. Descripción de Temas

Se presenta, en principio, una descripción analítica del desarrollo curricular histórico de la Carrera: planes de estudio pasados, breve historia de la Carrera de Matemática, evolución del currículum 1994, perfeccionamiento del perfil profesional, necesidad de renovar el Plan 94, en atención al análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y las líneas del I Congreso interno de la Carrera de Matemática del año 2000. Además, se incluye la estructura y los niveles de organización decisional y ejecutivo, en el pleno ejercicio del co-gobierno paritario. En la segunda parte, se presenta el nuevo diseño curricular que, considerando los resultados del análisis FODA, y orientado bajo un enfoque holístico, se estructura de manera sistémica, dialéctica y abierta a la innovación. Se define el carácter del diseño curricular a partir de una proyección profesional realista y pertinente, especificando la identidad profesional, la naturaleza del ambiente laboral, los modos de intervención, esferas de actuación, objetivos de formación profesional, que definen un perfil profesional y el consecuente proceso de formación. Luego, se sigue con la descripción de la estructura del nuevo plan y de sus áreas, delimitando objetivos; ciclos académicos; materias troncales, electivas, optativas, complementarias; malla curricular y modalidad de graduación. Por último, se muestran los programas de las asignaturas, ordenadas por ciclos y semestres, consignando sus unidades didácticas. Además, se adjunta un anexo de contenidos programáticos de las materias de servicio de la Carrera de Matemática para otras Carreras.

Capítulo 2

Historia de la Carrera de Matemática

2.1. Creación

El 25 de mayo de 1966 se creó el Instituto Superior de Ciencias Básicas¹ 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 Ciencias Básicas, al Ing. Walter González como Decano interino, al Ing. Hugo Lara Arce como Asesor.

La Carrera de Matemáticas se creó 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.

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

Biología	Informática
Estadística	MATEMÁTICA
Física	Química

Cuadro 2.1: Carreras de FCPN

2.2. Desarrollo Curricular

En 1972, como resultado de la reforma universitaria ejecutada por el CNES, 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) - Matemáticas - Química.

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

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 a su vez a las Carreras de Biología, Física, Geología, Química, Matemáticas, 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 presectoriales 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 lineamientos del CNES de 1972. Esta situación generó 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 presectorial 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. Este cambio de nombre 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.

2.2.1. 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 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.

2.2.2. 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.

Capítulo 3

Evaluación de la Curricula 1994

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, se pudo establecer durante el I Congreso Interno de la Carrera de Matemática, que la filosofía de varias materias habían cambiado especialmente por iniciativa de los propios operadores del Plan 1994, modificando parcialmente sus contenidos. Se advirtió que no se estaban persiguiendo estrictamente los objetivos señalados originalmente. Por otra parte, las asignaturas que la Carrera solicita normalmente no presentan el enfoque analítico que debieran. Por lo cual, nos cupo analizar las virtudes y defectos del plan 94 en la estructura de la matriz FODA. Adicionalmente, se observó una situación dramática en las materias de servicio sujetas a inconstantes requerimientos; observándose una tendencia a solicitar un nivel de exigencia más bajo, en lugar de una orientación más específica

3.1. Análisis FODA

A siete años de la implementación del Plan de estudios estructurado en el año 1993 e implementado desde 1994, se pudo establecer en la experiencia de las clases y de sus productos, que el plan, con el tiempo, ha sufrido algunos cambios en su filosofía dado que también han cambiado algunos operadores. Por lo que fue necesario evaluar los objetivos, el perfil profesional, el diseño de las asignaturas, etc.

3.1.1. Fortalezas

- El enfoque analítico-conceptual desde las materias básicas.
- La redistribución de contenidos tradicionales en mas materias con inclusión de otros temas importantes.
- El nivel de las materias del ciclo de orientación ya alcanzan los primeros niveles de cursos de maestría en Matemáticas.
- Facilidad de manejo de conceptos y rigor lógico desde niveles iniciales por parte de los alumnos.

3.1.2. Oportunidades

- El graduado del Plan 1994 accede con mucha facilidad a cursos de pot grado.
- Las plazas de auxiliaturas de docencia están siendo cubiertas casi en su totalidad por estudiantes de este plan que con relación a los del plan antiguo de 1983 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 Bachiller Superior en Matemática (8vo semestre) ya acceden al mercado laboral con suficiente solvencia científica.

3.1.3. Debilidades

- Insuficiente número de personal docente con formación en todas las áreas diversificadas que tiene el Plan 1994.
- 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
- La no definición de siglas durante el diseño curricular y posterior observación de las instancias superiores ya que las siglas del Plan 1994 van del 100 al 599, por lo que requirió modificar de 100 al 399.
- Exclusión de materias troncales hacia optativas de formación esencial del matemático.

3.1.4. Amenazas

- La excesiva flexibilidad del plan respecto en su fase de orientación puede dar paso a que algunos estudiantes presenten una relativamente débil formación conceptual.
- Los estudiantes prestatarios de 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. Análisis del Perfil Profesional

La definición del perfil profesional, que encamina el plan de estudios 1994, muestra las características de un profesional matemático, aunque no está descrito en un orden adecuado, porque posiblemente no se siguió en aquel entonces alguna metodología de diseño curricular. Sin embargo, están todas las ideas centrales respecto al matemático, por lo que en este nuevo documento no cambiará la filosofía del perfil profesional, mas bien se enriquecerá con nuevos conceptos del diseño curricular, es decir, estará directamente relacionada con los problemas profesionales, objeto de trabajo y los objetivos de la formación profesional matemática.

3.3. Análisis de Objetivos

Consideramos que los objetivos del Plan 94, 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 ya 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. Naturalmente, pese a la intensa creatividad que se ejerce en el ámbito investigativo, las limitaciones de interrelación, como la muy esporádica asistencia a eventos internacionales, hacen que no se tengan aportes significativos en cuanto a la generación de resultados originales; lo cual, pese a no comprometer la evolución académica, es deseable como parámetro de integración.

Con respecto a los objetivos específicos, en gran medida se han cumplido a los largo de estos años, pese a las limitaciones económicas para poder ofrecer un mejor servicio académico y de investigación e interacción social. Explícitamente la Carrera de Matemática sólo recibe el 6 % del presupuesto facultativo y cada año los desembolsos de la Universidad apenas llegan a un 50 %, lo cual solamente alcanza para los gastos de la administración y casi nada para el soporte de los proyectos.

3.4. Estadísticas Importantes

Los datos que se muestran en la Tabla 3.1, corresponden a los periodos académicos 2/99 y/o 1/2000. El presupuesto ejecutado corresponde a la gestión 99, sin contar la planilla (grupo 10000). El número alumnos matriculados en la Carrera de Matemática ha crecido hasta 80 en la gestión II/2001 y 190 en la gestión I/2002.

Descripción	Número
Número de Alumnos inscritos	127
Número de registros en asignaturas	531
Número de alumnos reprobados	190
Número de abandonos	144
Número de alumnos en el examen final	?
Número de alumnos que terminaron estudios	4
Número de alumnos que iniciaron estudios	52
Número de titulados 95-99	9
Número de egresos 95-99	10
Número de paralelos en Matemática	39
Número de aulas	3
Número de asientos	82
Número de m^2 de todas las aulas	100
Número de horas académicas	1792
Número de horas de investigación	656
Número de horas de interacción social	656
Número total de carga horaria	2992
Presupuesto ejecutado en Bs.	29509.74
Número de documentos publicados o inéditos	8
Número de proyectos	5
Número paralelos exclusivos de la Carrera	39
Número paralelos de los servicios	31
Número total de paralelos de la Carrera	70

Cuadro 3.1: Estadísticas de la Carrera de Matemática

3.5. Indicadores Importantes

De acuerdo a la Tabla 3.1, se tienen los indicadores importantes de la Tabla 3.2. Además, hay que destacar que lo ejecutado, con relación a lo desembolsado por la UMSA, llega a casi el 100 %, mientras que lo desembolsado, respecto a lo programado, apenas alcanza al 50 %.

3.6. Necesidad de renovación del Plan 1994

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, consolidando

Descripción	Operación	Indice
Indice de población escolar	$\frac{\text{Número de alumnos inscritos}}{\text{Número de registros en asignaturas}}$	0.24
Indice de reprobación	$\frac{\text{Número de alumnos reprobados}}{\text{Número de alumnos en el Examen Final}}$?
Indice de abandono	$\frac{\text{Número de abandonos}}{\text{Número de registros en asignaturas}}$	0.27
Indice de conclusión	$\frac{\text{Número de alumnos que terminaron estudios}}{\text{Número a alumnos que iniciaron estudios}}$	0.08
Indice de titulación	$\frac{\text{Número de titulados 95-99}}{\text{Número de egresos 95-99}}$	0.90
Indice de alumnos por docente	$\frac{\text{Número de registros en asignaturas}}{\text{Número de paralelos}}$	13.61
Indice de utilización promedio por aula	$\frac{\text{Número de paralelos}}{\text{Número de aulas}}$	13
Indice de utilización promedio por asiento	$\frac{\text{Número de alumnos inscritos}}{\text{Número de asientos}}$	6.48
Densidad alumno-aula	$\frac{\text{Número de } m^2 \text{ de todas las aulas}}{\text{Número de alumnos inscritos}}$	0.79
Indice de carga horaria académica	$\frac{\text{Número de horas académicas}}{\text{Número total de carga horaria}}$	0.60
Indice de carga horaria de investigación	$\frac{\text{Número de horas de investigación}}{\text{Número total de carga horaria}}$	0.10
Indice de carga horaria de interacción social	$\frac{\text{Número de horas de Interacción Social}}{\text{Número total de carga horaria}}$	0.22
Costo promedio por alumno	$\frac{\text{Presupuesto ejecutado}}{\text{Número de registros en asignaturas}}$	55.57
Indice de producción intelectual	$\frac{\text{Número de documentos publicados o inéditos}}{\text{Número de proyectos}}$	1.60
Indice académico de dedicación a la carrera	$\frac{\text{Número de grupos de la carrera}}{\text{Número de grupos de todas las asignaturas}}$	0.56

Cuadro 3.2: Indicadores de la Carrera de Matemática

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. Todo esto, bajo una visión holística del diseño curricular en una configuración sistémica-conceptual. Es decir el diseño curricular como un sistema donde hay relaciones dialécticas e informaciones compatibles entre los todos los ingredientes. Además, no hay que olvidar de que en 1996–1997 se ha introdujo un grado intermedio a todos los planes de estudio de las carreras de la facultad a la culminación de cuarto año, para el cual se dedujo un perfil profesional, de acuerdo a las capacidades que determinaba el plan ya estructurado. Ahora es la oportunidad de plantear el perfil para este grado intermedio y luego estructurar sus contenidos (como corresponde).

Capítulo 4

Estructura de la Carrera de Matemática

4.1. Organigrama

La jerarquía de los diferentes niveles de gobierno de la Carrera de Matemática sujetos a responsabilidad funcionaria y civil se tiene al Jefe de Carrera como máxima autoridad ejecutiva seguido del Director Académico y del Director del Instituto de Investigación Matemática (IIMAT), del cual a su vez depende el Jefe de Área de Interacción Social, como se puede apreciar en la Figura 4.1. Sin embargo, en los niveles de decisión se tiene a la Asamblea General Docente Estudiantil como la máxima autoridad, seguido del Honorable Consejo de Carrera (HCC) y luego del Comité Ejecutivo.

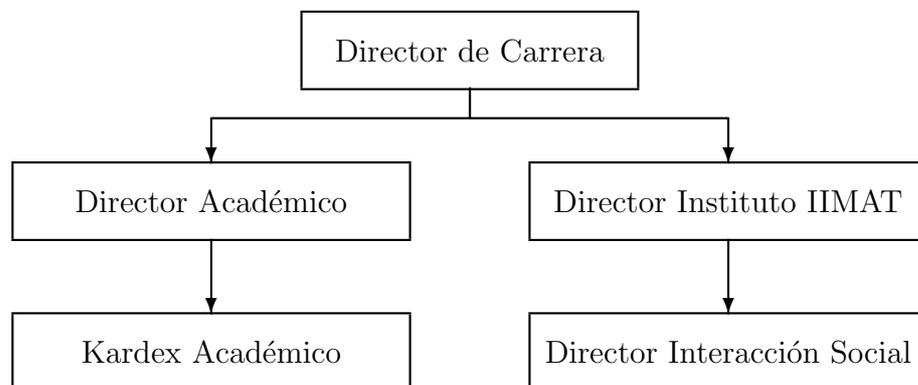


Figura 4.1: Organigrama de la Carrera de Matemática

4.1.1. Composición del HCC

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 re-

presentantes estudiantiles (incluyendo al Secretario Ejecutivo del Centro de Estudiantes de Matemática), presidido por el Jefe de Carrera, que no vota ni dirime. El Honorable Consejo de Carrera puede tomar resoluciones “por carpeta” cuando de supone consenso.

4.1.2. Composición del Comité Ejecutivo:

El Comité Ejecutivo de la Carrera de Matemática está compuesto por el Jefe de Carrera, el Presidente del Centro de Docentes y el Secretario Ejecutivo del Centro de Estudiantes (CEM).

4.2. Actividades fundamentales

4.2.1. Académica

La actividad Académica de la Carrera de Matemática tiene a la cabeza al Director Académico elegido en una Asamblea General Docente–Estudiantil, quien es el responsable de toda la planificación de las actividades regulares como el desarrollo de los semestres, organización de materias–profesores, planes de trabajo, cronograma de exámenes para lo cual se apoya en los docentes coordinadores de las materias que tienen paralelos y en general de toda gestión académica.

Actualmente, la Carrera cuenta con aproximadamente 190 estudiantes matriculados y 23 docentes; tiene un crecimiento vegetativo progresivo en los últimos años, cada profesor a tiempo completo (TC) tiene cinco actividades, tres de ellos son académicas y otras dos de Investigación y/o de Interacción Social.

La mayoría de los profesores de la Carrera cumple sus funciones académicas con materias de servicio a las otras carreras de la facultad (con más de 150 alumnos por curso), y quedan menos que lo necesario para las materias de especialidad de la Carrera, lo cual inevitablemente, por falta de incremento de cargas horarias, suele prolongar el tiempo de estudios de nuestros estudiantes.

4.2.2. Investigación

La Carrera de Matemática, base de las disciplinas científicas y tecnológicas, soporte de los modelos de investigación humanística y social, realiza la actividad de investigación de acuerdo al Reglamento Interno del Instituto de Investigación Matemática (IIMAT) inmerso en normas mayores de la Universidad Mayor de San Andrés.

Los proyectos del IIMAT se desarrollan principalmente bajo la modalidad de Seminarios de Investigación que agrupa a un cuerpo de docentes y estudiantes interesados al rededor de temas afines de investigación, cuyos productos parciales van mostrando semanalmente en sus exposiciones y cuyos resultados finales se resumen en monografías que se publican en revistas científicas. Entre los investigadores tenemos Licenciados, Especialistas, Magísteres, Doctores.

Las líneas de investigación en la Carrera de Matemática son las siguientes: Teoría de Control; Topología Métrica; Álgebra Homológica y K-Teoría; Geometría Diferencial; y, Matemática Aplicada.

4.2.3. Interacción Social

La actividad de Interacción Social (IS) en la Carrera de Matemática es realizada mediante proyectos anuales bajo la tutela del Instituto de Investigación Matemática con buenos resultados en los últimos años, como el asesoramiento en Olimpiadas Matemáticas, Diseño y Desarrollo de Planes y Programas de Matemática, Desarrollo del Material Educativo, Difusión de la Matemática por diversos medios de comunicación, etc.

Destaca, entre las actividades de Interacción Social, el Proyecto Educativo, que tiene como misión aportar a la Transformación del Sistema Educativo Nacional con la inserción de contenidos científicos a los módulos que se desarrollan en diversas instancias educativas, principalmente si se trata de formación de profesores.

El seguimiento y evaluación de los proyectos de IS se realiza a través de informes periódicos por proyecto de acuerdo a normas universitarias.

4.3. Recursos e Infraestructura

La Carrera de Matemática, cuenta con una biblioteca especializada en crecimiento; tiene un pequeño laboratorio de computación en las oficinas de la Carrera disponible para docentes y estudiantes investigadores. Además, el sistema de computación está conectado a la red a través de *UMSANEt* con correo electrónico *e-mail* e Internet *on line*. Se tiene páginas WEB en las siguientes direcciones: <http://www.umsanet.edu.bo/matematica> o bien en <http://iimat.umsanet.edu.bo>

La carrera está ubicada en el edificio viejo del monoblock central de la UMSA, de las cuales son de uso exclusivo, el Taller de Matemáticas y dos salas de docentes. Se dispone asimismo con dos aulas y oficinas para el IIMAT en Cota-Cota.

4.4. Instituto de Investigación Matemática: Resolución HCU 272/01

El Instituto de Investigación Matemática (IIMAT) es una unidad dependiente de la Carrera de Matemática creado, por solicitud del Primer Congreso Interno de la Carrera de Matemática (2000), mediante Resolución del Honorable Consejo Universitario Nro. 272/01 en 14 de noviembre del 2001.

Las actividades de Investigación e Interacción Social, a partir del 2002, están integradas en el IIMAT. Son objetivos del Instituto organizar, administrar, evaluar, incentivar y aplicar el desarrollo y los resultados de los proyectos de investigación en Matemática.

Con respecto a la infraestructura, temporalmente el IIMAT funciona en los predios de la Carrera de Matemática en el edificio viejo Planta Baja Predio Central, aunque sus oficinas ya fueron inauguradas y entregadas el año pasado en el Campus Universitario de Cota-Cota, lo cual se está ocupando paulatinamente por falta de presupuesto, ya que hasta ahora sólo podrá sobrevivir con ingresos propios que pueda generar el propio Instituto.

Parte II

Nuevo Diseño Curricular de la Carrera de Matemática

Capítulo 5

Diseño de la Licenciatura en Matemática

5.1. Diseño Curricular

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 Popper, Imre Lakatos y George Polya. 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, advirtiéndole 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).

5.2. 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.

5.2.1. 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.

5.2.2. Esquema Inicial

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

5.2.3. Inserción de Recursos Teóricos

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

5.2.4. 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.

5.2.5. Desarrollo

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

5.2.6. 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.

5.2.7. 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.

5.2.8. 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.

5.3. Enculturación de la Ciencia

Los científicos actuales realizan un espontáneo 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.

5.4. Formación Profesional

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 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, hecho de inexpressable valor comunicacional y pedagógico.

5.5. Perfil Profesional

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 multidisciplinarios; 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.

Capítulo 6

El Proceso de Formación Profesional

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.

6.1. 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 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 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.

6.2. Diseño y Desarrollo Curricular

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 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 de Reforma Educativa.

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

6.3. 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, 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)

6.3.1. 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.

6.3.2. 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.

6.3.3. 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 diáfanos presentaciones y en soluciones simples.

Las áreas formativas tienen base en la lógica matemática y la teoría de conjuntos. El área de *Algebra*, que se extiende principalmente en Estructuras Algebraicas, Categorías, Topología Algebraica y Algebra 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.

6.3.4. 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

Profesión	Objeto de la Profesión	Objeto de Trabajo	Modos de Actuación	Campos de Acción	Esferas de Actuación
Matemático	Proceso de Formalización, Proceso Formativo	Construcción de teorías, modelos matemáticos, grupo de alumnos	Crear, desarrollar, difundir y aplicar, Educar, Asesorar Proyectos	Lógica, Álgebra, Análisis, Geometría y Topología, Matemática Aplicada	Investigación, Optimización, 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	Educación, Desarrollar e Instruir	Pedagogía, didáctica, currículo, ciencias del contenido	Tipos de escuelas
Médico	Proceso Salud Enfermedad	Hombre, Familia y Comunidad	Clínico y epidemiológico	Medicina interna, pediatría, ginecología, epidemiología	Primaria, secundaria y terciaria

Cuadro 6.1: Resumen del Proceso Profesional

su formación continua en la dirección e intensidad que propongan las condiciones emergentes. El matemático esta formado para desempeñarse en ámbitos teóricos, académicos, tecnológicos y administrativos, con creatividad y eficiencia.

Como un resumen de lo anterior, podemos ver la Tabla 6.1 que esboza el proceso de formación profesional.

6.4. Objetivos de la formación Profesional

Formar Licenciados en Matemática capaces de:

- ★ Desarrollar teorías matemáticas, verificando sus resultados.
- ★ Diseñar modelos de fenómenos reales de diversa complejidad y de dar soluciones satisfactorias y explicaciones científicas del comportamiento de los mismos.
- ★ Ejercer con solvencia la docencia en Matemática, como un facilitador idóneo de su aprendizaje.
- ★ Socializar sus conocimientos y el producto de sus investigaciones.
- ★ Contribuir activamente al desarrollo de la Matemática en el País.

- ★ Adecuar las actividades científicas a las necesidades del país, a través de proyectos de investigación e interacción social.
- ★ Participar protagónicamente en proyectos multidisciplinarios.
- ★ Estudiar problemas de contenido lógico de diferentes naturaleza.
- ★ Demostrar, con su propia práctica, que la formación continua es el componente esencial del aprendizaje.
- ★ Comprender, contextualizar y describir conceptos relativos a la evolución de su entorno (sociedad, conciencia, cultura).
- ★ Recurrir apropiadamente a la tecnología emergente en procesos de información y comunicación.

En la Figura 6.1 se establece el vínculo dialéctico entre las tres componentes del *diseño curricular*, como norma de diseño curricular.

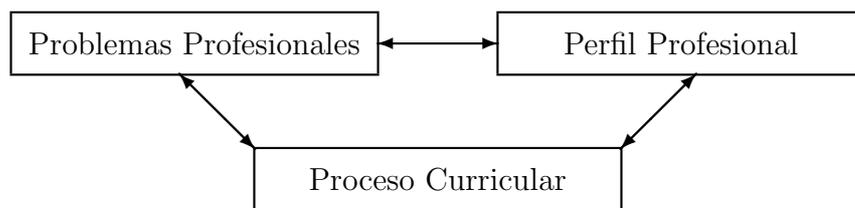


Figura 6.1: Vínculo dialéctico del diseño curricular

En la Figura 6.2 se muestra la relación dialéctica entre las componentes del *proceso curricular*, esto expresa su segunda ley del diseño curricular.

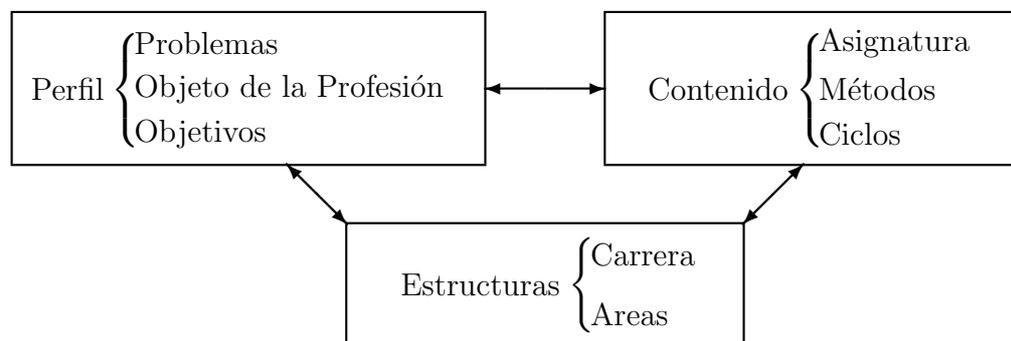


Figura 6.2: Relación Dialéctica entre los Componentes

6.5. Diseño de Áreas y de 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 debería desprenderse 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 muestra su denotación mutila su propia comprensión.

Como todos saben, no existe un método efectivo de aprendizaje (de hecho, los procesos de conocimiento no pueden ser formalizados), pero se deben adoptar estrategias personalizadas 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).

6.6. 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 y amplios.

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

6.6.1. Ciclo Básico

El Ciclo Básico del nuevo programa de estudios tiene, esencialmente, dos 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 él una capacidad propia de exploración temática y de manejo categórico de conceptos.

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 algorítmico, enfatizando la gran 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 las 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.

6.6.2. 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

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, por su parte, tienen el declarado propósito de complementar la formación medular con algún énfasis temprano de profundización teórica o de extensión aplicada. Son asignaturas de aproximación a áreas de desarrollo investigativo, ya sea teórico o aplicado.

6.6.3. Ciclo de Orientación

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

- ▷ Materias Troncales
- ▷ Materias Optativas
- ▷ Trabajo de Tesis

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 Optativas se han agrupado en *Módulos* 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 al 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 a 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.

6.7. Areas de Estudios en el nuevo Programa

Las áreas actuales de la matemática, para una sólida formación, son: El *Algebra*, el *Análisis*, *Geometría-Topología*, *Sistemas Dinámicos*, la *Matemática Aplicada*, las cuales agrupan ciertamente todavía muchas otras áreas mas especializadas tanto en la Matemática Pura y Aplicada. Por otra parte, todas las áreas de la matemática se complementan una 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 tesis* es una realización profesional temprana; está pensado para comprometer globalmente las capacidades maduras 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 tesis, sino en su presentación y en la descripción de sus alcances.

6.8. 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.

Una inexcusable labor profesional es la de *difundir la matemática*. La forma más eficaz es la de insertar contenidos científicos en los currícula, para generar una demanda natural de saber matemático. El error tradicional de presentación de la matemática, en escenarios profanos, es el olvidar que los participantes no valoran configuraciones simbólicas o procesos por su sola belleza intrínseca; exigen aprendizajes significativos y próximos, con el más explícito pragmatismo. Una mentalidad hostil a la abstracción se ve atraída y beneficiada con la formulación de los problemas en comprensibles modelos, con el acceso motivado a conceptos teóricos y, principalmente, con soluciones operables. La Ciencia en general, y muy en particular la Matemática, no es una extensión de la cultura; en consecuencia, su difusión en términos de simple comunicación social no es pertinente ni eficaz. Es preciso, por el contrario, lograr que algunas personas logren trascender su sentido común, accediendo al pensamiento racional.

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.

Es importante generar y preservar un clima favorable para la actividad científica y académica. Son requisitos para tener un clima institucional propicio: financiamiento e infraestructura mínimos, organización institucional apropiada e idóneos actores. El clima institucional genera cohesión con base en los valores de: apertura, tolerancia, democracia, sabiduría y responsabilidad; por consiguiente, los miembros de la comunidad, portadores de una visión de futuro, se reconfortan con realizaciones de conjunto que tienen impacto positivo en la evolución de la sociedad.

Capítulo 7

Estructura del Plan de Estudios 2002

7.1. Areas Troncales

7.1.1. Introducción

La Carrera de Matemática luego del análisis de la información adquirida a través de la Curricula 1994 y la experiencia obtenida a lo largo de sus años de funcionamiento, determina que las áreas necesarias reagrupadas son: Álgebra, Análisis, Geometría–Topología y la Matemática Aplicada.

7.1.2. 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.

Algebra I & II. En los dos primeros cursos de álgebra: Algebra 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.

Algebra Lineal I & II. En los cursos de Algebra 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

(Cálculo Diferencial e Integral III & IV), la Programación Lineal y No Lineal, las Ecuaciones diferenciales y muchas otras áreas. El estudiante verá inmediatamente su relevancia al estudiar simultáneamente los cursos de Cálculo III & IV, luego en el quinto semestre estudiará Ecuaciones Diferenciales y en el sexto Programación Lineal y no Lineal.

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.

7.1.3. 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, Teorema de Heine-Borel-, 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.

Cálculo Diferencial e Integral III & IV. En estos cursos se estudia la estructura de espacio vectorial con producto interno del espacio euclidiano n -dimensional. Se estudia su topología como espacio métrico y como espacio normado. Luego se estudian las funciones de varias variables. Nuevamente diferenciación e interacción. Se cubren rigurosamente los teoremas centrales como lo son: el teorema del valor medio, el teorema de la función implícita y sus consecuencias. El teorema de Stokes (en dimensión arbitraria) y sus consecuencias. Se introduce a las nociones de medida cero y contenido cero. También se introducen las subvariedades del espacio euclidiano en forma de hipersuperficies. La relevancia del Álgebra Lineal queda demostrada en forma clara a lo largo de estos cursos.

Al concluir los cuatro cursos de Cálculo, el estudiante dispondrá de un arsenal de conocimientos sobre espacios métricos y espacios de funciones suficiente 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 y Física (entre otras).

7.1.4. 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 dimensión arbitraria. Estos serán estudiados en Cálculo Diferencial e Integral III & IV. 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 geoméricamente 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.

7.1.5. 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: Econometría, 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 invaluable.

El curso de **Introducción a los Modelos Matemáticos I** 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 **Introducción a los Modelos Matemáticos II**, naturalmente, considera problemas en cuyas soluciones concurren resultados matemáticos 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. Se abordan problemas en Economía, Física, Biología, Ingeniería, etc.

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 Básica 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 y optativas, donde el estudiante interesado en ésta Área adquiere conocimiento de resultados, técnicas, modelos matemáticos, desde una perspectiva rigurosa y formal, relativas al análisis estadístico, Análisis Multivariante, Modelos Lineales, Análisis de Series de Tiempo Univariado y Multivariado (modelos VAR y Cointegración). También se incluyen materias como Modelos Matemáticos Aplicados, donde el estudiante enfrenta problemas reales relativamente complejos y usa técnicas matemático estadísticas para su modelización y solución; al uso de la computadora y teoría complementaria relevante al área de aplicación que constituyen elementos centrales que amplían las capacidades y potencialidades del estudiante.

7.1.6. 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 familiarice 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.

7.1.7. 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.

7.2. Ciclos Académicos

De acuerdo a lo establecido en el Plan 94 las materias del Plan reestructurado 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 cuatro últimos semestres del plan de estudios.

7.2.1. 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. Finalmente, el de facilitar al estudiante un aprendizaje sólida, coherente y fundamental al desarrollo de sus estudios. 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.

7.2.2. Ciclo Intermedio: Quinto al Sexto Semestre

El ciclo intermedio presenta al estudiante materias introductorias al desarrollo avanzado de la formación matemática, fundamentales a la consolidación de su profesión. Así tenemos

Algebras Abstractas, Análisis Matemático, Teoría de la Medida, Análisis Complejo, Topología General y otras.

7.2.3. Ciclo de Orientación: Séptimo al Décimo Semestre

El ciclo de orientación tiene por objetivo formar al estudiante con el estudio de materias avanzadas de la ciencia matemática. Haciendo énfasis en una de las áreas determinadas por el diseño curricular. Para lo cual se podrá diseñar módulos de materias optativas que permitirán al estudiante alcanzar la formación suficiente para encarar la redacción de su tesis de licenciatura con solvencia para el éxito de su formación profesional.

7.3. Estructura de Siglas

Las siglas de las asignaturas estará compuesta por una parte literal y la otra numeral de tres letras y seguida de tres números respectivamente. En la parte literal se usarán letras mayúsculas bajo las siguientes características:

MAT	Materias de Matemáticas
ELM	Electivas de Matemática
OPM	Optativas de Matemática
FIS	Materias de naturaleza Física
EST	Materias de naturaleza Estadística

En la parte numeral, el primer número representará al *ciclo*, el segundo número al *semestre*, y el tercer número al *área*, donde

Numeral	Ciclo	Numeral	Área
1	Ciclo Básico	1	Algebra
2	Ciclo Intermedio	2	Análisis
3	Ciclo de Orientación	3	Geometría y Topología
		4	Modelos Matemáticos
		5	Ecuaciones Diferenciales
		6	Estadística Matemática
		7	Ciencias de la Computación
		8	Pre-Tesis
		9	Tesis
		0	Filosofía, Historia y Lógica

Por lo que la sigla queda en la forma

M	A	T	CICLO	SEMESTRE	AREA
---	---	---	-------	----------	------

7.4. Materias Electivas

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 9 de las diversas áreas de la matemática de las que el estudiante podrá elegir 2 de ellas. Ver Tabla 7.1.

Cuadro 7.1: Materias Electivas

ELM-252	INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS NUMÉRICO
ELM-262	ANÁLISIS MATRICIAL
ELM-251	INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE NÚMEROS
ELM-253	GEOMETRÍA NO EUCLIDIANA
ELM-263	GEOMETRÍA PROYECTIVA
ELM-264	PROGRAMACIÓN LINEAL Y NO LINEAL
ELM-256	INVESTIGACIÓN OPERATIVA
ELM-266	ESTADÍSTICA MATEMÁTICA
FIS-200	FÍSICA BÁSICA III

7.5. Materias Optativas

Las materias optativas 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. Las materias optativas están agrupadas entre ellas por su afinidad por lo se recomienda al estudiante diseñar sus materias a elegir para una buena contribución a su formación profesional. Los grupos de materias que se pueden optar son de características de Álgebra, Análisis, Sistemas Dinámicos, Geometría–Topología, Matemática Aplicada; de estos el estudiante deberá cursar 4 asignaturas de un total de 28 que se pueden ver a continuación en Tabla 7.2

Cuadro 7.2: Materias Optativas

OPM-380	LÓGICA MATEMÁTICA
OPM-381	TEORÍA DE NÚMEROS
OPM-301	GEOMETRÍA ALGEBRAICA
OPM-391	ÁLGEBRA CONMUTATIVA
MAT-301	TÓPICOS DE ÁLGEBRA
OPM-382	ANÁLISIS COMPLEJO II
OPM-392	ANÁLISIS FUNCIONAL II
MAT-302	TÓPICOS DE ANÁLISIS

OPM-384	ANÁLISIS NUMÉRICO
OPM-385	ECUACIONES DIFERENCIALES II
OPM-305	SISTEMAS DINÁMICOS
OPM-395	ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES
OPM-383	VARIEDADES DIFERENCIABLES
OPM-393	TOPOLOGÍA ALGEBRAICA
OPM-303	TOPOLOGÍA DIFERENCIAL
MAT-303	TÓPICOS DE GEOMETRÍA Y TOPOLOGÍA
OPM-386	TEORÍA DE PROBABILIDADES
OPM-396	PROCESOS ESTOCÁSTICOS
FIS-206	FÍSICA MODERNA
FIS-282	MECÁNICA CUÁNTICA
OPM-387	TEORÍA DE LA COMPUTACIÓN
OPM-300	FILOSOFÍA DE LA MATEMÁTICA
OPM-390	HISTORIA DE LA MATEMÁTICA
EST-386	MODELOS LINEALES
EST-384	ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO UNIVARIADO
EST-394	ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO MULTIVARIADO
EST-396	ANÁLISIS MULTIVARIANTE
MAT-304	MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS

7.6. Materias de Servicios a Matemática

Para que el profesional matemático tenga una formación integral, se han incluido asignaturas de áreas complementarias importantes como Física, Estadística e Informática respectivamente. Además, el estudiante matemático necesita al menos leer en Inglés para acceder a una más amplia literatura especializada. El plan de estudios, sin embargo, no incluye asignaturas de idiomas, el alumno por su cuenta debe aprender en sus primeros semestres de estudios, se recomienda el CETI de la Carrera de Idiomas de la UMSA.

7.6.1. Servicios de Física

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 se Física es parte fundamental, esta formación complementaria a Física posibilita su desempeño en grupos de trabajo multidisciplinarios

Las materias de Física se encuentran en los tres ciclos, en ciclo básico con dos asignaturas, en el ciclo intermedio con una electiva y en el ciclo de orientación como dos optativas

En el ciclo básico:	FIS-100	FÍSICA BÁSICA I
	FIS-102	FÍSICA BÁSICA II
Electiva	FIS-200	FÍSICA BÁSICA III
Optativas	FIS-206	FÍSICA MODERNA
	FIS-282	MECÁNICA CUÁNTICA

7.6.2. Servicios de Estadística

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 (lo relativo a Inferencia Estadística) que son complementarias a la formación del matemático actual. Las materias que se incluyen tienen alto contenido matemático y son desarrolladas con el respectivo rigor formal, adicionalmente se enfatiza bastante en el uso de la computadora tanto para la estimación de modelos estadísticos matemáticos como para la simulación.

Por otra parte, se concede una buena presencia a Estadística, por lo que todo alumno en principio debe cursar la materia básica de **MAT-144: Probabilidades y Estadística**. La Carrera de Matemática eventualmente solicitará de la Carrera de Estadística servicios académicos en asignaturas como:

En el Ciclo Básico	MAT-144	PROBABILIDADES Y ESTADISTICA
Electiva	ELM-264	PROGRAMACIÓN LINEAL Y NO LINEAL
	ELM-256	INVESTIGACIÓN OPERATIVA
	ELM-266	ESTADÍSTICA MATEMÁTICA
Optativa	OPM-386	TEORÍA DE PROBABILIDADES
	OPM-396	PROCESOS ESTOCÁSTICOS
	EST-386	MODELOS LINEALES
	EST-384	ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO UNIVARIADO
	EST-394	ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO MULTIVARIADO
	EST-396	ANÁLISIS MULTIVARIANTE

7.6.3. Servicios de Informática

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 MATHEMSTICA, 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 el ciclo básico en este plan son:

MAT-117 COMPUTACIÓN I
MAT-127 COMPUTACIÓN II

7.7. 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

7.7.1. 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.

7.7.2. 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 el Seminario de Pre-Tesis, que tiene 8 horas semanales y el Seminario de Tesis tiene 20 horas semanales.

7.7.3. 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 pre-tesis y tesis.

La distribución de cargas horarias por semana según las características de las materias se muestra en la Tabla 7.3. Según las características de las materias electivas u optativas pueden añadirse más horas de laboratorio.

Cuadro 7.3: Distribución de Horas del Plan 2002

Materias	Horas teóricas	Horas Prácticas	Horas Laboratorio
Computación	2	1	1
Físicas Básicas	4	2	2
Ciclo Básico	4	2	
Ciclo Intermedio	4	3	
Ciclo de Orientación	4	4	
Electivas	4	3	+
Optativas	4	4	+
Pre-Tesis	4	10	2
Tesis	4	20	4

Una vez computado el número de horas mínimas del plan de estudios reestructurado, se tiene 5600 horas académicas¹ para la Licenciatura en Matemática y una suma de 4240 horas académicas para el Bachiller Superior en Matemática, cuyos detalles se muestran en la Tabla 7.4. El total de horas académicas de un estudiante pueden variar de acuerdo a las

Cuadro 7.4: Total Horas Académicas del Plan 2002

Carrera de Matemática	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Lab.	Total
Licenciatura	2880	2480	240	5600
Bachiller Superior	2480	1640	120	4240

materias optativas cursadas.

7.8. 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 más horas de estudio. Para ver el listado de materias del Pensum vea la Tabla 7.5.

7.9. Bachiller Superior en Matemática

El grado académico de Bachiller Superior en Ciencias y en Artes está reconocido con Título Profesional por el Sistema de la Universidad Boliviana, en el Artículo 8 inciso c) de Reglamento General de Títulos y Grados del IX Congreso de Universidades. Se obtiene el grado académico de *Bachiller Superior en Matemática* a simple solicitud, una vez aprobadas las asignaturas de los 8 primeros semestres del Plan de Licenciatura.

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

Cuadro 7.5: Plan de Estudios 2002: Licenciatura en Matemática (Res.HCU 168/2003)

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
PRIMER SEMESTRE		CICLO BÁSICO			
MAT-111	Algebra I	4	2		
MAT-112	Calculo Diferencial e Integral I	4	2		
MAT-113	Geometría I	4	2		
MAT-114	Introducción a los Modelos Matemáticos I	4	2		
MAT-117	Computación I	2	1	1	
SEGUNDO SEMESTRE					
MAT-121	Algebra II	4	2		MAT-111
MAT-122	Calculo Diferencial e Integral II	4	2		MAT-112
MAT-123	Geometría II	4	2		MAT-113
MAT-124	Introducción a los Modelos Matemáticos II	4	2		MAT-114
MAT-127	Computación II	2	1	1	MAT-117
TERCER SEMESTRE					
MAT-131	Algebra Lineal I	4	2		MAT-111
MAT-132	Cálculo Diferencial e Integral III	4	2		MAT-122
MAT-134	Análisis Combinatorio	4	2		MAT-121
FIS-100	Física Básica I	4	2	2	MAT-112
CUARTO SEMESTRE					
MAT-141	Algebra Lineal II	4	2		MAT-131
MAT-142	Cálculo Diferencial e Integral IV	4	2		MAT-132
MAT-144	Probabilidades y Estadística	4	2		MAT-122
FIS-102	Física Básica II	4	2	2	FIS-100
QUINTO SEMESTRE		CICLO INTERMEDIO			
MAT-251	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	4	3		MAT-121
MAT-252	Análisis I	4	3		MAT-142
MAT-255	Ecuaciones Diferenciales I	4	3		MAT-142
	Electiva	4	3		
SEXTO SEMESTRE					
MAT-261	Algebra Abstracta I	4	3		MAT-251
MAT-262	Análisis Complejo I	4	3		MAT-252
MAT-263	Topología General	4	3		MAT-251
	Electiva	4	3		
SÉPTIMO SEMESTRE		CICLO DE ORIENTACIÓN			
MAT-371	Algebra Abstracta II	4	4		MAT-261
MAT-372	Análisis II	4	4		MAT-252
MAT-373	Geometría Diferencial	4	4		MAT-263
OCTAVO SEMESTRE					
MAT-381	Algebra Homológica	4	4		MAT-371
MAT-382	Análisis Funcional I	4	4		MAT-252
	Optativa	4	4		
NOVENO SEMESTRE					
MAT-398	Seminario de Pre-Tesis	4	10	2	8vo. Semestre
	Optativa	4	4		
	Optativa	4	4		
DÉCIMO SEMESTRE					
MAT-399	Seminario de Tesis	4	20	4	MAT-398
	Optativa	4	4		

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
-------	---------	----	----	----	-------------

MATERIAS ELECTIVAS

ELM-252	Introducción al Análisis Numérico	4	3		MAT-142
ELM-262	Análisis Matricial	4	3		MAT-141
ELM-251	Introducción a la Teoría de Números	4	3		MAT-142
ELM-253	Geometría No Euclidiana	4	3		MAT-123
ELM-263	Geometría Proyectiva	4	3		MAT-123
ELM-264	Programación Lineal y No Lineal	4	3		MAT-141
ELM-256	Investigación Operativa	4	3		MAT-144
ELM-266	Estadística Matemática	4	3		MAT-144
FIS-200	Física Básica III	4	3	2	FIS-102

MATERIAS OPTATIVAS

OPM-380	Lógica Matemática	4	4		MAT-251
OPM-381	Teoría de Números	4	4		ELM-251
OPM-301	Geometría Algebraica	4	4		MAT-371
OPM-391	Álgebra Conmutativa	4	4		MAT-371
MAT-301	Tópicos de Álgebra	4	4		8vo. Semestre

OPM-382	Análisis Complejo II	4	4		MAT-262
OPM-392	Análisis Funcional II	4	4		MAT-382
MAT-302	Tópicos de Análisis	4	4		8vo. Semestre

OPM-384	Análisis Numérico	4	4		ELM-252
OPM-385	Ecuaciones Diferenciales II	4	4		MAT-255
OPM-305	Sistemas Dinámicos	4	4		MAT-255
OPM-395	Ecuaciones Diferenciales Parciales	4	4		MAT-255

OPM-383	Variedades Diferenciables	4	4		MAT-373
OPM-393	Topología Algebraica	4	4		MAT-261
OPM-303	Topología Diferencial	4	4		MAT-373
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología	4	4		8vo. Semestre

OPM-386	Teoría de Probabilidades	4	4		MAT-144
OPM-396	Procesos Estocásticos	4	4		MAT-372
FIS-206	Física Moderna	4	4		FIS-200
FIS-282	Mecánica Cuántica	4	4		FIS-206
OPM-387	Teoría de la Computación	4	4		MAT-372
OPM-300	Filosofía de La Matemática	4	4		MAT-261
OPM-390	Historia de la Matemática	4	4		MAT-261
EST-386	Modelos Lineales	4	4	2	MAT-252
EST-384	Análisis de Series de Tiempo Univariado	4	4	2	OPM-396
EST-394	Análisis de Series de Tiempo Multivariado	4	4	2	EST-384
EST-396	Análisis Multivariante	4	4	2	EST-386
MAT-304	Modelos Matemáticos Aplicados	4	4	2	8vo. Semestre

7.9.1. Objetivos de la Formación Profesional

Formar Bachilleres Superiores en Matemática:

- ★ Suficiencia Formativa originada en la naturaleza del plan de estudios de la licenciatura, diseñado en la proyección de graduar profesionales matemáticos idóneos y creativos (contempla la totalidad de sus asignaturas y módulos formativos en los primeros 4 años). Por ello, se garantiza una consistencia formativa suficiente en el Bachiller Superior; la cual cubre los contenidos que son demandados en las áreas de aplicación, en particular la Educación. Pese a que el plan de estudios está diseñado en función del perfil de un licenciado, el carácter formativo del habilita largamente la capacidad de ejercer docencia hasta el nivel pre-universitario y la socialización de sus investigaciones.
- ★ Responsabilidad con el desarrollo de la Ciencia en el País, dentro de los cánones universales de la misma.
- ★ Adecuación a las necesidades reales (tal vez no sentidas) de País, con aporte de sus servicios a la comunidad mediante proyectos de investigación e interacción social.
- ★ Versatilidad aplicativa, con el carácter multidisciplinario de adaptarse con iniciativa a los trabajos de grupos con algún objetivo común.
- ★ Racionalidad, que lleva a incorporar el (generalmente ausente) razonamiento lógico en el tratamiento de problemas y en la comprensión de fenómenos de diferente naturaleza.
- ★ Consciencia de la necesidad de educarse continuamente por si mismos. Se alienta de manera temprana la construcción de la personalidad matemática propia.
- ★ Sentido de oportunidad, para intervenir con pertinencia, comprendiendo las relaciones que condicionan la evolución de su entorno y las realizaciones locales de los conceptos de conciencia, cultura, ciencia y sociedad.
- ★ Acceso a la tecnología comunicacional y computacional emergentes, para el adecuado procesamiento de la información y un ágil desempeño público.

7.9.2. Perfil Profesional del Bachiller Superior

El matemático de nivel Bachiller Superior es, por su formación, un profesional de juicio lógico-analítico, con alcances de razonamiento abstracto, que considera los problemas desde un punto de vista racional; recurre a teorías matemáticas para resolver modelos de fenómenos de diversa naturaleza. Capaz de contribuir a la apropiación del desarrollo tecnológico; y, finalmente, de difundir la matemática a través del sistema educativo formal o de programas especiales hasta el nivel de Pre-Universidad, Instituciones de Educación Media y Colegios valiéndose de la matemática como un ingrediente formativo esencial. En realidad, una mayor cantidad de graduados en ciencias, aproxima el conocimiento científico a más operadores sociales, aportándoles la seguridad que proporciona el saber sustentado, enriqueciendo las diferentes actividades de la sociedad, apuntalando significativamente la calidad de vida.

7.9.3. Pensum Semestral del Bachiller Superior (Res. HCU 168/03)

Es lo mismo que el Pensum de Licenciatura en Matemática hasta en octavo semestre, como se puede ver en la Tabla 7.6

7.10. Malla Curricular

La malla curricular del es la relación horizontal y vertical entre las asignaturas del plan de estudios, donde las relaciones horizontales determinan la similitud del nivel de las materias, las relaciones verticales muestra la correlatividad de las asignaturas en una misma área y entre áreas, aunque las materias electivas como las optativas pueden ser de cualquier área. Las materias de áreas troncales se encuentran hasta los últimos semestres, mientras que las materias de áreas complementarias aparecen en un par de semestres que hacen del matemático un profesional integrado acorde a las necesidades y la tecnología actual.

LAS VERTICALES SON AREAS Y LAS HORIZONTALES SON EL NIVEL

N.	Algebra	Análisis	Geometría Topología	Matemática Aplicada	Computación
1°	Algebra I	Calculo Diferencial e Integral I	Geometría I	Introducción a los Modelos Matemáticos I	Computación I
2°	Algebra II	Calculo Diferencial e Integral II	Geometría II	Introducción a los Modelos Matemáticos II	Computación II
3°	Algebra Lineal I	Cálculo Diferencial e Integral III		Análisis Combinatorio. Física Básica I	
4°	Algebra Lineal II	Cálculo Diferencial e Integral IV		Probabilidades y Estadística. Física Básica II	
5°	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	Análisis I. Ecuaciones Diferenciales I		Electiva	
6°	Algebra Abstracta I	Análisis Complejo I	Topología General	Electiva	
7°	Algebra Abstracta II	Análisis II	Geometría Diferencial		
8°	Algebra Homológica	Análisis Funcional I	Optativa		
9°	Seminario de Pre-Tesis	Optativa	Optativa		
10°	Seminario de Tesis	Optativa			

Cuadro 7.6: Plan de Estudios de Bachiller Superior en Matemática

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
PRIMER SEMESTRE		CICLO BÁSICO			
MAT-111	Algebra I	4	2		
MAT-112	Calculo Diferencial e Integral I	4	2		
MAT-113	Geometría I	4	2		
MAT-114	Introducción a los Modelos Matemáticos I	4	2		
MAT-117	Computación I	2	1	1	
SEGUNDO SEMESTRE					
MAT-121	Algebra II	4	2		MAT-111
MAT-122	Calculo Diferencial e Integral II	4	2		MAT-112
MAT-123	Geometría II	4	2		MAT-113
MAT-124	Introducción a los Modelos Matemáticos II	4	2		MAT-114
MAT-127	Computación II	2	1	1	MAT-117
TERCER SEMESTRE					
MAT-131	Algebra Lineal I	4	2		MAT-111
MAT-132	Cálculo Diferencial e Integral III	4	2		MAT-122
MAT-134	Análisis Combinatorio	4	2		MAT-121
FIS-100	Física Básica I	4	2	2	MAT-112
CUARTO SEMESTRE					
MAT-141	Algebra Lineal II	4	2		MAT-131
MAT-142	Cálculo Diferencial e Integral IV	4	2		MAT-132
MAT-144	Probabilidades y Estadística	4	2		MAT-122
FIS-102	Física Básica II	4	2	2	FIS-100
QUINTO SEMESTRE		CICLO INTERMEDIO			
MAT-251	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	4	3		MAT-121
MAT-252	Análisis I	4	3		MAT-142
MAT-255	Ecuaciones Diferenciales I	4	3		MAT-142
	Electiva	4	3		
SEXTO SEMESTRE					
MAT-261	Algebra Abstracta I	4	3		MAT-251
MAT-262	Análisis Complejo I	4	3		MAT-252
MAT-263	Topología General	4	3		MAT-251
	Electiva	4	3		
SÉPTIMO SEMESTRE		CICLO DE ORIENTACIÓN			
MAT-371	Algebra Abstracta II	4	4		MAT-261
MAT-372	Análisis II	4	4		MAT-252
MAT-373	Geometría Diferencial	4	4		MAT-263
OCTAVO SEMESTRE					
MAT-381	Algebra Homológica	4	4		MAT-371
MAT-382	Análisis Funcional I	4	4		MAT-252
	Optativa	4	4		

Sigla	Materia	HT	HP	HL	PR.Formales
-------	---------	----	----	----	-------------

MATERIAS ELECTIVAS

ELM-252	Introducción al Análisis Numérico	4	3		MAT-142
ELM-262	Análisis Matricial	4	3		MAT-141
ELM-251	Introducción a la Teoría de Números	4	3		MAT-142
ELM-253	Geometría No Euclidiana	4	3		MAT-123
ELM-263	Geometría Proyectiva	4	3		MAT-123
ELM-264	Programación Lineal y No Lineal	4	3		MAT-141
ELM-256	Investigación Operativa	4	3		MAT-144
ELM-266	Estadística Matemática	4	3		MAT-144
FIS-200	Física Básica III	4	3	2	FIS-102

MATERIAS OPTATIVAS

OPM-380	Lógica Matemática	4	4		MAT-251
OPM-381	Teoría de Números	4	4		ELM-251
OPM-301	Geometría Algebraica	4	4		MAT-371
OPM-391	Álgebra Conmutativa	4	4		MAT-371
MAT-301	Tópicos de Álgebra	4	4		8vo. Semestre

OPM-382	Análisis Complejo II	4	4		MAT-262
OPM-392	Análisis Funcional II	4	4		MAT-382
MAT-302	Tópicos de Análisis	4	4		8vo. Semestre

OPM-384	Análisis Numérico	4	4		ELM-252
OPM-385	Ecuaciones Diferenciales II	4	4		MAT-255
OPM-305	Sistemas Dinámicos	4	4		MAT-255
OPM-395	Ecuaciones Diferenciales Parciales	4	4		MAT-255

OPM-383	Variedades Diferenciables	4	4		MAT-373
OPM-393	Topología Algebraica	4	4		MAT-261
OPM-303	Topología Diferencial	4	4		MAT-373
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología	4	4		8vo. Semestre

OPM-386	Teoría de Probabilidades	4	4		MAT-144
OPM-396	Procesos Estocásticos	4	4		MAT-372
FIS-206	Física Moderna	4	4		FIS-200
FIS-282	Mecánica Cuántica	4	4		FIS-206
OPM-387	Teoría de la Computación	4	4		MAT-372
OPM-300	Filosofía de La Matemática	4	4		MAT-261
OPM-390	Historia de la Matemática	4	4		MAT-261
EST-386	Modelos Lineales	4	4	2	MAT-252
EST-384	Análisis de Series de Tiempo Univariado	4	4	2	OPM-396
EST-394	Análisis de Series de Tiempo Multivariado	4	4	2	EST-384
EST-396	Análisis Multivariante	4	4	2	EST-386
MAT-304	Modelos Matemáticos Aplicados	4	4	2	8vo. Semestre

7.11. Flexibilidad del Plan de Estudio: Pre-Requisitos

Las asignaturas del Plan de Estudios, en general, tienen pre-requisitos formales que orientan al estudiante sobre las condiciones que se requiere para cursar determinada materia; sin embargo, los pre-requisitos no son imposiciones, de modo que el alumno, bajo su propio riesgo, puede cursar una materia sin haber aprobado los pre-requisito, salvo, claro, el *Seminario de Tesis*. En este sentido, el Plan de Estudios de la Carrera de Matemática es *flexible* para permitir al estudiante de la Carrera culminar sus estudios en el tiempo previsto; puesto que, por limitaciones de carga horaria docente y el reducido número de estudiantes, hay materias que no están habilitadas todos los semestres, mucho menos las electivas y optativas que al final podrían prolongar la permanencia del estudiante. Con el mismo objeto, se habilita la modalidad tutorial, con aprobación expresa del Jefe de Carrera.

7.12. Evaluación en las Materias

El Ciclo Básico contempla contenidos teóricos esenciales de la Matemática en sus áreas fundamentales: Álgebra, 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.

7.12.1. 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.

7.12.2. Examen Final

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

7.12.3. 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.

7.12.4. 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.

7.13. Caracterización de las Materias

7.13.1. 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.

7.13.2. 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 150 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.

7.14. Carga Horaria Académica del Docente

Según el currículo 1994, las materias de especialidad deberían tener una carga de 40 horas/mes, para enriquecer su desarrollo con sesiones más participativas; sin embargo, por limitaciones presupuestarias, son de 32 horas/mes.

Capítulo 8

Régimen Estudiantil

8.1. Modalidad de Ingreso

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

8.1.1. 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 memorismo 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.

8.1.2. 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 título 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.

8.2. Modalidad de Graduación

8.2.1. Introducción

El Estudiante, para graduarse como Licenciado en Matemática debe elaborar y defender un trabajo de tesis de que refleje su madurez intelectual y académica; sus conocimientos, tanto generales como específicos, exhibiendo suficiente capacidad de exploración temática y profundización teórica; y, soltura al comunicar su solvente precisión conceptual.

8.2.2. Objetivos

Los objetivos del Trabajo de Tesis 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.

8.2.3. Requerimientos

El estudiante puede contar con un tutor u orientador para su trabajo de tesis.

En el noveno semestre, el estudiante deberá aprobar un Seminario de Pre-tesis cuyo objetivo es el de asegurar conocimientos y estrategias necesarios para el fluido desarrollo del tema de tesis.

8.2.4. Seminario de Pre-Tesis

El proceso de desarrollo del seminario de pre-tesis consiste en:

1. Elegir un ámbito de exploración temática.
2. Identificar el área y el tema de tesis.
3. Resumir y presentar consistentemente los contenidos preliminares necesarios para el desarrollo de la tesis.
4. Tomar un tutor.
5. Solicitar la aprobación del Tema de Tesis al Honorable Consejo de la Carrera de Matemática y la designación del tutor de tesis (profesor titular).
6. Exponer en sesiones programadas bajo la modalidad de seminario el avance del trabajo.
7. Concluido el ciclo de exposiciones, el tutor evaluará el avance, dando lugar a la aprobación del seminario, o, en su defecto, a su reforzamiento y/o reorientación, hasta que resulte satisfactorio.

8.2.5. Formato del Perfil de Tesis

El Perfil de Tesis es una propuesta de 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 una propuesta de perfil de tesis con un nivel adecuadamente sustentable; con el enunciado explícito de los objetivos, un análisis sucinto de la problemática a estudiar, las metas o tareas a realizar, el tema central de investigación, los resultados esperados, las fuentes de información, así como también los beneficiarios del producto de la investigación; explicar la viabilidad del trabajo en nuestro medio y el impacto esperado local, regional, nacional o internacional.

Estructura de la Propuesta

Para la rápida lectura de la Comisión Revisora del Perfil de Tesis 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:

- a) Título: Nombre del Proyecto de Investigación
- b) Autor: Nombre del tesista
- c) Dirección: E-mail, casilla de correo, teléfono, etc. para contactos y correspondencia académicas
- d) Tutor: Nombre del profesional Guía o Tutor del trabajo de tesis (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 deben incluir la descripción y el *análisis de los trabajos precedentes* al tema de investigación propuesto, remarcando los resultados que 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 pretende resolver y los resultados más importantes que se demostrarán 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 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. Metodología: (cómo)

En esta sección se describe *cómo* se desarrollará el trabajo de investigación; generalmente, se abordan primero el marco conceptual y el 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.

8. Fuentes: (de dónde)

En esta sección, se deben incluir las distintas *fuentes de información* que se consultarán para realizar el trabajo de tesis, 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.

9. Medios: (con qué)

En esta sección se debe incluir la descripción de aquellos *instrumentos* que serán utilizados para desarrollar la investigación conforme a la metodología adoptada.

10. Contenido: (qué)

En esta sección, se debe incluir una secuencia temática tentativa, configuradas según objetivos declarados previamente.

11. Cronograma: (cuándo)

En esta sección se incluye la programación las actividades que conducen a la edición de la tesis y a su defensa.

8.2.6. Seminario de Tesis

Una vez aprobado el seminario de pre-tesis, el estudiante continuará con el desarrollo de su tema de tesis.

Habiendo logrado un avance significativo del desarrollo de su tesis, el estudiante, con el aval de su tutor, solicitará la aprobación del tema de tesis al Honorable Consejo de Carrera.

Madurada la tesis, con la aprobación del tutor, el estudiante solicitará al Honorable Consejo de Carrera la realización del seminario de tesis.

El Honorable Consejo de Carrera nombrará un Comité de certificación de suficiencia de tesis. El estudiante podrá solicitar al Honorable Consejo de Carrera el nombramiento de un miembro del Comité. El estudiante deberá presentar una copia del perfil de la tesis a cada uno de los miembros del Comité y desarrollará el tema de tesis en la modalidad de seminario ante el Comité y su tutor, según programación.

Las funciones de Comité consisten en seguir el seminario de tesis y a conclusión del mismo, presentar un informe al Honorable Consejo de Carrera donde certifique la suficiencia, o la postergación, del trabajo de tesis.

Si el Comité de Tesis considera que la tesis no es satisfactoria, el informe deberá especificar las observaciones y recomendaciones a la misma, aconsejando un replanteo del trabajo. El estudiante deberá presentar una nueva propuesta de tesis con las modificaciones requeridas; y, se programarán las sesiones adicionales que sean necesarias.

8.2.7. Defensa de Tesis

Si el informe del Comité de Tesis certifica la suficiencia del trabajo de tesis, el Honorable Consejo de Carrera considerara la aprobación del mismo, dando lugar a la Defensa de Tesis, cuya fecha dependerá de los trámites pertinentes llevados por el estudiante. El Honorable

Consejo de Carrera nombrará al Tribunal de Defensa de Tesis, el cual será presidido por el Decano de la Facultad o su representante.

8.3. Egreso: Culminación de Materias

Una vez completada todas las materias hasta el décimo semestre, faltándole únicamente el MAT-399 Seminario de Tesis, 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 a la defensa de tesis.

El certificado de culminación de materias también existe para aquellos estudiantes que desearán obtener su título profesional de Bachiller Superior al culminar todas las asignaturas al octavo semestre.

8.4. Colación de Grado

Después de la defensa satisfactoria de la Tesis, el tribunal anunciará públicamente la calificación con la cual el tesista accede a la condición de profesional matemático. Con base en el certificado de tesis, 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
BACHILLER SUPERIOR EN MATEMÁTICA

con el juramento de ley

8.5. 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 o Bachiller Superior, según su grado académico, con el cual puede ejercer la profesión en el todo el territorio nacional con los derechos y obligaciones que impone la ley.

Capítulo 9

Convalidaciones

El propósito de este capítulo es el de establecer los lineamientos necesarios para la transición entre el plan de estudios 1994 y el reestructurado al 2002. Debido a que el Nuevo Programa de Estudios va a ser implementado a partir del primer semestre de la gestión 2002, la tabla de convalidación está configurada de modo que, en lo posible, todas las materias aprobadas por el estudiante sean convalidadas; los casos de homologación serán analizados por la Comisión Académica del HCC, de manera individual. Antes de seguir con el proceso de cambio de planes de estudios, definimos términos.

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 un profesor titular del área.

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 Jefe de Carrera, tomando en cuenta la estrategia formativa del interesado.

Procedimiento: Tanto la convalidación como la homologación serán aprobadas por el HCC, previo informe del Director Académico o del jefe 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.

9.1. Cambio al Plan Estructurado

Los estudiantes, que ya hayan aprobado materias del Programa de Estudios de 1994, pasarán mediante cambio de siglas al Reestructurado Plan (por decisión del Primer Congreso Interno de la Carrera de Matemática) a partir del primer semestre de la gestión 2002.

Esencialmente, las materias de especialidad permanecen, salvo reorientaciones tácticas y actualizaciones bibliográficas. El agrupamiento de las asignaturas en áreas troncales, según la reasignación de siglas hasta el nivel 300, implica que el estudiante deberá realizar los trámites de convalidación y homologación de materias conforme a las normas universitarias y lineamientos de las resoluciones de la Asamblea Docente Estudiantil de la Carrera (16 de noviembre del 2001).

9.2. 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 de I/2002.

9.3. Tabla de Convalidaciones

La mayoría de las materias de especialidad del Plan 1994 son convalidables de manera directa al Plan de Estudios reestructurado 2002, 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 jefe de Carrera. Las convalidaciones directas se muestran en la Tabla 9.1.

Cuadro 9.1: Tabla de Convalidación del Plan 1994 al Plan 2002 (Res. HCF 153/03)

PLAN DE ESTUDIOS 1994		PLAN DE ESTUDIOS 2002	
MAT-111	Algebra I	MAT-111	Algebra I
MAT-141	Calculo Diferencial e Integral I	MAT-112	Calculo Diferencial e Integral I
MAT-131	Geometría I	MAT-113	Geometría I
MAT-161	Introducción a los Modelos I	MAT-114	Introducción a los Modelos Matemáticos I
MAT-191	Laboratorio de Computación I	MAT-117	Computación I
MAT-112	Algebra II	MAT-121	Algebra II
MAT-142	Calculo Diferencial e Integral II	MAT-122	Calculo Diferencial e Integral II
MAT-132	Geometría II	MAT-123	Geometría II
MAT-162	Introducción a los Modelos II	MAT-124	Introducción a los Modelos Matemáticos II
MAT-192	Laboratorio de Computación II	MAT-127	Computación II
MAT-211	Algebra Lineal I	MAT-131	Algebra Lineal I
MAT-241	Cálculo Diferencial e Integral III	MAT-132	Cálculo Diferencial e Integral III
FIS-100	Física I	FIS-100	Física Básica I
MAT-364	Análisis Combinatorio	MAT134	Análisis Combinatorio
MAT-212	Algebra Lineal II	MAT-141	Algebra Lineal II
MAT-242	Cálculo Diferencial e Integral IV	MAT-142	Cálculo Diferencial e Integral IV
EST-270	Introducción a la Teoría de Probabilidades	MAT-144	Probabilidades y Estadística
FIS-102	Física II	FIS-102	Física Básica II
MAT-301	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos	MAT-251	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
MAT-341	Análisis I	MAT-252	Análisis I
MAT-342	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	MAT-255	Ecuaciones Diferenciales I
MAT-311	Algebra Abstracta I	MAT-261	Algebra Abstracta I
MAT-351	Análisis Complejo I	MAT-262	Análisis Complejo I
MAT-421	Topología General	MAT-263	Topología General
MAT-411	Algebra Abstracta II	MAT-371	Algebra Abstracta II
MAT-441	Análisis II	MAT-372	Análisis II
MAT-433	Geometría Diferencial	MAT-373	Geometría Diferencial
MAT-511	Algebra Homológica	MAT-381	Algebra Homológica
MAT-541	Análisis Funcional I	MAT-382	Análisis Funcional I
MAT-598	Seminario de Pre-Tesis	MAT-398	Seminario de Pre-Tesis
MAT-599	Seminario de Tesis	MAT-399	Seminario de Tesis
MAT-363	Introducción al Análisis Numérico	ELM-252	Introducción al Análisis Numérico
MAT-514	Teoría Algebraica de Números	ELM-251	Introducción a la Teoría de Números
MAT-361	Programación Lineal y No Lineal	ELM-264	Programación Lineal y No Lineal
MAT-362	Investigación Operativa	ELM-256	Investigación Operativa
EST-328	Estadística Matemática	ELM-266	Estadística Matemática
FIS-200	Física III	FIS-200	Física Básica III
MAT-364	Análisis Combinatorio	MAT134	Análisis Combinatorio
MAT-412	Teoría de Números	OPM-381	Teoría de Números
MAT-513	Geometría Algebraica	OPM-301	Geometría Algebraica
MAT-512	Álgebra Conmutativa	OPM-391	Álgebra Conmutativa
MAT-451	Análisis Complejo II	OPM-382	Análisis Complejo II
MAT-542	Análisis Funcional II	OPM-392	Análisis Funcional II
MAT-473	Análisis Numérico	OPM-384	Análisis Numérico
MAT-442	Ecuaciones Diferenciales Parciales	OPM-395	Ecuaciones Diferenciales Parciales
MAT-431	Variedades Diferenciables	OPM-383	Variedades Diferenciables
MAT-435	Topología Algebraica	OPM-393	Topología Algebraica
MAT-432	Topología Diferencial	OPM-303	Topología Diferencial
MAT-472	Procesos Estocásticos	OPM-396	Procesos Estocásticos
MAT-471	Análisis Multivariante	EST-396	Análisis Multivariante
MAT-461	Modelos Matemáticos	MAT-304	Modelos Matemáticos Aplicados
	Electiva(1)(2)(3) y Optativa(4)		Analizará el HCC

Capítulo 10

Requerimiento Funcional

De acuerdo al nuevo diseño del Plan de Estudios de la Carrera de Matemática, se adecúa el funcionamiento administrativo al fiel cumplimiento de tareas académicas, de investigación e interacción social, con el decidido objetivo de formar profesionales competentes y capaces, calificados para la resolución de problemas de origen práctico, con aportes significativos, originados en el creativo ejercicio de la modelización, con el espíritu inquisitivo del científico que comprende conceptualmente los fenómenos. Por lo que, la Carrera de Matemática reclama para la Ciencia los medios necesarios para que docentes investigadores, estudiantes y autoridades, junto con el personal administrativo, logren el objetivo de desarrollar disciplinas científicas, de innegable prioridad nacional, dando adecuado uso a los limitados recursos estatales, frecuentemente desviados hacia actividades redundantes y superfluas (por atender intereses particulares).

10.1. Recursos Humanos

1. Personal Docente–investigador
2. Personal Auxiliar Docente
3. Personal Administrativo: Secretaria y Portero mensajero
4. Personal de Biblioteca Especializada
5. Docentes Invitados
6. Asistencia a eventos académicos nacionales e internacionales.
7. Personal del Instituto: Director, Secretaria y Portero mensajero

En la actualidad, el número de docentes investigadores de la Carrera de Matemática es insuficiente para poder atender la solicitud de materias de especialidad y de servicio. Pese a periódicas demandas de carga horaria, la creciente necesidad, que es un indicador positivo, se siente cada vez más por el crecimiento vegetativo de alumnos, cuyo número se ha duplicado con relación de los años 80.

Es más, el desempleo profesional hace que gran parte de las carreras, por razones no precisamente académicas, contraten docentes profanos para cubrir cátedras científicas; siendo que, la presencia de las disciplinas científicas, en el desarrollo curricular de las carreras, es la condición y el camino de calidad formativa. Para ello, será necesaria una reasignación presupuestaria que vaya más allá de la simple aritmética populista.

La asistencia de docentes y estudiantes de la carrera a eventos científicos, actividad que debía ser regular, es muy limitada, casi siempre, los interesados se costean pasajes y viáticos; es más, el Instituto de Investigación Matemática no cuenta con presupuesto, todo su funcionamiento se basa en ingresos propios. La Universidad estatal, que declara impulsar el desarrollo residente de la ciencia, en realidad, desperdicia la mayor parte de sus recursos en formar profesionales comerciales redundantes.

Las autoridades Facultativas y Universitarias deberían reconocer la importancia de la Ciencia y comprender la situación de su alcance. La Matemática no es sólo una opción profesional, es principalmente la Presencia de esta disciplina científica en el País. Es justo, por parte de la Universidad, responder mínimamente a las expectativas de sus financiadores: el Estado y de la Sociedad Civil (que reclaman Ciencia, calidad y diversidad); y, no responder, como hasta ahora, al promedio ponderado de intereses inmediatos (con graduaciones masivas de profesionales redundantes).

10.2. Infraestructura

1. Aulas adecuadas para las clases
2. Sala Audiovisual para conferencias y seminarios
3. Laboratorio de Computación para docentes y estudiantes
4. Taller de Matemática para proyectos de servicio
5. Auditorio para Eventos Científicos y actos formales
6. Sala de Biblioteca
7. Oficinas de apoyo administrativo
8. Sala de reuniones de docentes y auxiliares de docencia
9. Oficinas de Docentes por cubículos
10. Oficinas de Auxiliares de Docencia
11. Sala de Estar para reuniones pequeñas y visitas
12. Centro de Docentes
13. Centro de Estudiantes
14. Depósito de documentos en archivo

15. Baterías de baños

Otro aspecto esencial es el de la infraestructura: aulas adecuadas para las clases presenciales, laboratorios para las practicas experimentales, y una bibliográfica actualizada con suscripción a revistas. En realidad, nuestras oficinas funcionan paralelamente como aulas, sala de conferencias de profesores visitantes, sala de reuniones, Sala de Consejos de Carrera, Defensas de Tesis, etc. La priorización universitaria debe superar su visión populista mas no democrática de imponer el número sobre la razón.

10.3. Recursos Materiales

1. Materiales Educativos
2. Equipos Educativos
3. Equipos Computacionales
4. Equipo de Data Show
5. Equipo de Sonido
6. Equipo de Televisión
7. Softwares Computacionales Educativos
8. Suscripción a revistas internacionales
9. Muebles y Escritorios
10. Material de Escritorio
11. Materiales de aula
12. Libros Originales Actualizados
13. Material para publicación de revistas
14. Presupuesto para el mantenimiento de equipos
15. Material de Limpieza

Finalmente los recursos didácticos y de apoyo son imprescindibles para el proceso de aprendizaje, actividad fundamental que repercutirá con gran impacto en la calidad de vida de los futuros ciudadanos. Afortunadamente, la matemática no necesita de una parafernalia didáctica, se trabaja tizas y pizarras, con marcadores de agua y pizarras por acrílicas, casi nunca de la calidad deseada. Rara vez tienen una calidad rescatable. En realidad, los materiales educativos en videos, en aplicaciones computacionales, etc. no están a disposición. El Taller de Matemática aporta ciertos elementos, pero obviamente no suficientes; pues, no se cuenta con recursos tecnológicos. La Carrera de Matemática no tiene sala de videos, ni televisores, ni un laboratorio de computación con suficiente unidades.

Mas allá de las limitaciones, la Matemática asume un optimista horizonte de realización, pues el conocimiento científico, por su carácter universal, es uno de los ingredientes positivos de la globalización (como la responsabilidad ambiental o los derechos humanos); en consecuencia, nuestro futuro depende, también, de nuestro grado de desarrollo científico residente y de nuestra madurez científica.

La Matemática es la disciplina científica formativa, el medio de involucrar a los humanos en el razonamiento lógico. La formación básica sólida, soporte único de la versatilidad, es el recurso estratégico para adaptarse a la innovación y enfrentar con éxito el azar. El desarrollo de la Matemática es de prioridad nacional (no sólo por su condición formativa, sino por su carácter esencial en la apropiación y la generación tecnológica. Debe, pues, potenciarse significativamente la Matemática en el País; y, esto sólo pueden lograrse con el concurso de matemáticos.

Parte III
Programa de Asignaturas

Capítulo 11

Ciclo Básico

Primer Semestre:

- MAT-111 Álgebra I
- MAT-112 Cálculo Diferencial e Integral I
- MAT-113 Geometría I
- MAT-114 Introducción a los Modelos Matemáticos I
- MAT-117 Computación I

Segundo Semestre:

- MAT-121 Álgebra II
- MAT-122 Cálculo Diferencial e Integral II
- MAT-123 Geometría II
- MAT-124 Introducción a los Modelos Matemáticos II
- MAT-127 Computación II

Tercer Semestre:

- MAT-131 Algebra Lineal I
- MAT-132 Cálculo Diferencial e Integral III
- MAT-134 Análisis Combinatorio
- FIS-100 Física Básica I

Cuarto Semestre:

- MAT-141 Algebra Lineal II
- MAT-142 Cálculo Diferencial e Integral IV
- MAT-144 Probabilidades y Estadística
- FIS-102 Física Básica II

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 y se continúa con modelos matemáticos. 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 MATHEMATICA, 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 semestre se continúa con el Cálculo Diferencial en varias variables (MAT-132). Se inicia con el álgebra lineal, asignatura altamente instrumental, 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. Por otra parte, con el proceso de modelización de problemas simples que se desarrollaron en las materias de modelos I y II, se accede no sólo a los métodos combinatorios, a la formulación analítica de resultado inicialmente heurísticos. Finalmente, se tiene Física Básica I, en el cual se logra una comprensión funcional de los conceptos elementales de la mecánica elemental, con el natural soporte del cálculo diferencial e integral.

En el cuarto semestre se concluyen los cálculos diferenciales e integrales en escenario euclídeo, una profundización de álgebra lineal y el cálculo de probabilidades; donde se espera que el estudiante conciba y desarrolle los conceptos básicos del álgebra de eventos, la probabilidad (como medida de lo posible), aproximándose a la comprensión y valoración cuantitativa de factores fenomenológicos no determinísticos. Se tiene una segunda Física, como ilustración de una disciplina totalmente matematizada.

11.1. Primer Semestre

11.1.1. 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

Problema (Por qué)

Los estudiantes bachilleres tienen una idea vaga de los números, y no discriminan las diferentes sistemas numéricos como son los números naturales, los números enteros, etc. por lo que es necesario dar las estructuras de los sistemas numéricos y sus propiedades.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia es el conjunto de los *números enteros* y su *estructura de anillo*.

Objetivos generales

Se presenta en primera instancia el formalismo del razonamiento lógico, posteriormente consolidarlo por medio de la teoría de conjuntos, relaciones y funciones. Con estos conceptos básicos realizar el estudio de los números enteros y racionales, incorporándolos en las estructuras de anillos y cuerpos, dando énfasis a las propiedades de los dominios principales y explorando la relación entre el álgebra y la aritmética.

Programa Sintético

Conjuntos. Números enteros y racionales. Propiedades de los enteros. Álgebra de los enteros. Aritmética de los enteros. Congruencia. Anillos. Los números complejos.

Contenidos analíticos

1. *Conjuntos*: 1.1 Conjuntos 1.2 Relaciones y funciones
2. *Números Enteros y Racionales*: 2.1 Enteros y Racionales
3. *Propiedades de los Enteros*: 3.1 Inducción Matemática 3.2 División en los enteros 3.3 Sistemas de numeración
4. *Álgebra de los Enteros*: 4.1 Divisibilidad 4.2 Ideales y factorización
5. *Aritmética de los Enteros*: 5.1 Números primos 5.2 Algoritmo de Euclides 5.3 Ecuaciones diofánticas
6. *Congruencia*: 6.1 Propiedades 6.2 Congruencias lineales 6.3 La función de Euler
7. *Anillos*: 7.1 Anillos 7.2 Homomorfismos de anillos 7.3 Anillos cocientes
8. *Los números complejos*: 8.1 Conjugación, módulo 8.2 Raíces complejas, raíces de la unidad
9. *(Opcional) Los Enteros Gaussianos*: 9.1 Enteros primos 9.2 La ecuación pitagórica 9.3 Ejemplo de Kumer.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7, 8 y 9	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Abramo Hefez, (1997), *Curso de Álgebra Vol. I*, Ed. IMPA, Río de Janeiro, Brasil.
- [2] H. Cárdenas, E. Lluís, F. Raggi y F. Tomas (1981), *Algebra Superior*, Ed Trillas.
- [3] Armando Rojo (1981), *Algebra*, Ed. El Ateneo.
- [4] B.P. Palka, (1991), *An Introduction to Complex Function Theory*, Springer Verlag. (Cap.1)

11.1.2. 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

Problema (Por qué)

El calculo diferencial es parte fundamental del análisis matemáticos cuyo concepto de la derivada lleva a formular modelos matemáticos dinámicos como son las ecuaciones diferenciales, para lo que el concepto de *límite* es esencial para comprender procesos infinitesimales del cálculo.

Objeto de la Materia

Los objetos de la materia son esencialmente la *continuidad* de funciones reales de variable real, el *límite* de una función, y la *derivada* de las funciones univariadas.

Objetivos Generales

1. Presentar el *Cálculo* como el primer encuentro real con la matemática y como la evolución de una idea y no como una colección de temas, que permitan al estudiante profundizar los conceptos básicos de la lógica y fomentar la intuición acerca de los hermosos conceptos del análisis, de modo que la precisión y el rigor no constituyan obstáculos para su formación.
2. En esta materia se hace énfasis en el *Cálculo Diferencial* de una variable con un estudio previo de la estructura algebraica de cuerpo ordenado y completitud de los números reales.

Programa sintético

Números Reales. Sucesiones y Series numéricas. Topología en \mathbb{R} . Funciones y sus gráficas. Límites y continuidad. Diferenciación y aplicaciones.

Contenidos analíticos

1. *Números Reales*: 1.1 \mathbb{R} es un cuerpo 1.2 \mathbb{R} es un cuerpo ordenado 1.3 \mathbb{R} es un cuerpo ordenado completo
2. *Sucesiones y Series numéricas*: 2.1 Límites de una sucesión 2.2 Operaciones con límites 2.3 Límites infinitos 2.4 Series convergentes 2.5 Series absolutamente convergentes 2.6 Criterios de convergencia
3. *Algunas nociones topológicas en \mathbb{R}* : 3.1 Conjuntos abiertos 3.2 Conjuntos cerrados 3.3 Puntos de acumulación 3.4 Conjuntos compactos
4. *Funciones y gráficas*: 4.1 Noción de una función 4.2 Definición 4.3 Funciones especiales 4.4 Gráficas
5. *Límites de funciones*: 5.1 Definición y primeras propiedades 5.2 Límites laterales 5.3 Límites en el infinito 5.4 Límites infinitos 5.5 Expresiones indeterminadas
6. *Funciones continuas*: 6.1 Definición y primeras propiedades 6.2 Funciones continuas en un intervalo 6.3 Funciones continuas en conjuntos compactos 6.4 Continuidad uniforme
7. *Derivadas*: 7.1 La noción de derivada 7.2 Reglas operacionales 7.3 Derivada y crecimiento local 7.4 Funciones derivables en un intervalo

8. *Fórmula de Taylor y aplicaciones de la derivada:* 8.1 Fórmula de Taylor 8.2 Funciones convexas y cóncavas 8.3 Aproximaciones sucesivas el método de Newton

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7 y 8	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Michael Spivak, (1992), *Calculus*, Ed. Reverté S.A., Barcelona.
- [2] Elon Lages Lima, (1987), *Curso de Análise*, Volúmen I, Brasilia.
- [3] Elon Lages Lima (1989), *Análise Real*, Ed. IMPA, Rio de Janeiro.
- [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.

11.1.3. 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 y Competencias

- 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.

Contenidos

Sistema de conocimientos (saber). Sistema de habilidades (saber hacer). Sistema de valores (saber ser)

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. *Área 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 Menelao: 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

Estrategias de Aprendizaje

1. Los niveles de asimilación son:
 - a) Familiarización; el alumno no está capacitado para analizar situaciones-problémicas aún
 - b) Reproducción; la situación problemática planteada es conocida
 - c) Producción; la situación problemática planteada es nueva
 - d) Creación; la situación problemática planteada es nueva y no se dispone de todos los elementos para resolverla

Como estrategias generales del aprendizaje problemático, en las cuales se reflejan los diferentes niveles del carácter problemático, tenemos:

- a) Monologada, predomina la exposición del docente y no hay elementos de búsqueda
 - b) Dialogada, predomina la exposición de carácter reproductivo con elementos de búsqueda
 - c) Demostrativa, se da a conocer un problema y hay búsqueda
 - d) Heurística, la información se asimila durante la búsqueda colectiva e individual con la orientación del docente
 - e) Investigativa, se realiza la búsqueda individual o grupal organizada por el docente con la finalidad de lograr y desarrollar deducciones teóricamente significativas
 - f) Algorítmica, desarrollar en los alumnos las habilidades para trabajar de acuerdo a un conjunto de prácticas concretas
 - g) Programada, se realizan tareas programadas que responden a un orden lógico, en las cuales se plantea una búsqueda.
2. Las actividades se desarrollarán bajo las modalidades de: Trabajos colectivos, Trabajos a pares, Trabajos en pequeños grupos, y Trabajos individuales
 3. Las estrategias problemáticas se clasifican en cuatro niveles de desarrollo:
 - Primer nivel; monologado y demostrativo y, en determinadas condiciones, dialogado 11.9
 - Segundo nivel; dialogado, aunque a veces puede ser extensible al algorítmico 11.10
 - Tercer nivel; heurística y, a veces, el algorítmico 11.11
 - Cuarto nivel; investigativo y de tareas programadas y, en ocasiones, el heurístico
 4. El esquema estratégico general de la asignatura es el inductivo-deductivo; como se ve en la Figura 11.1

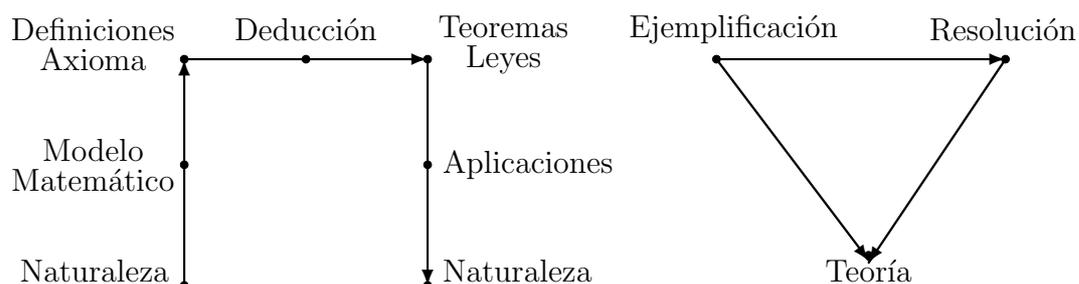


Figura 11.1: Esquema inductivo-deductivo

Modalidad de Evaluación

La evaluación como proceso comprende dos fases: Cualitativa, Cuantitativa; y tres modalidades: Inicial, Procesual y Sumativa.

Examen	Temas	Ponderación
Evaluación Diaria	De cada clase	15 %
5 Parciales	De a 2 temas	c/u 10 %
Examen Final	Todos los Capítulos	20 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

1. Los elementos claves del trabajo matemático son los siguientes: Lenguaje oral, Lenguaje escrito, Abstracción e intuición
2. Como recursos didácticos tenemos: Material impreso, Papelógrafos, Resúmenes, Láminas, Gráficas, Glosarios, Esquemas, Fichas, Guías de trabajo, Separatas, Mapas conceptuales, Modelos.

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.

11.1.4. MAT-114: Introducción a los Modelos Matemáticos I

Identificación

Asignatura:	Introducción a los Modelos Matemáticos I
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:	Matemática elemental
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Problema (Por qué)

El razonamiento lógico deductivo es sin duda esencial, pero no es el único tipo de razonamiento presente en el quehacer matemático. De igual importancia y repercusión son el razonamiento inductivo, el razonamiento por analogía, la capacidad de elaborar conjeturas plausibles y la capacidad de idear nuevos problemas y resolverlos. Es así que esta materia pretende introducir al estudiante en el conocimiento de estas valiosas herramientas del pensamiento, así como brindarle los lineamientos básicos para detectar problemas de la realidad y resolverlos mediante la modelización matemática.

Objeto de la Materia

Comprensión cabal y empleo eficaz de las estrategias de resolución de problemas; del razonamiento plausible y del proceso de modelización en matemáticas.

Objetivos Generales

1. Mostrar al estudiante los lineamientos básicos y normas generales que habitualmente se emplean en la resolución de problemas, acaso de modo intuitivo. Mediante numerosos ejemplos tomados de diversas áreas de la matemática, se pretende que el joven que se inicia en esta ciencia, desarrolle el hábito de seguir ciertas heurísticas en el planteamiento y resolución de problemas.
2. La matemática se presenta comúnmente sólo como un riguroso desarrollo lógico-deductivo. No obstante, esta presentación constituye solo uno de sus aspectos. En su fase formativa la matemática requiere la intervención, en forma ineludible, del razonamiento inductivo, el pensamiento creador y las consideraciones plausibles. Conocer la matemática en las fuentes mismas donde brota, es imprescindible para aquel estudiante que desea una formación integral. Mostrar en forma clara e inteligible la matemática en su etapa de creación, constituye así un objetivo central.
3. Brindar al estudiante los elementos suficientes para entender, crear y evaluar modelos. La modelización matemática es un proceso mental que conduce a convertir un opaco problema de la realidad en un problema matemático claro; de modo que resolviendo éste, se consigue una solución, o al menos un mejor conocimiento del primero. Es entonces fundamental para complementar la formación del estudiante, proporcionarle los principios directrices y la autoconfianza precisa para la elaboración de modelos matemáticos.
4. Acorde al desarrollo tecnológico actual donde el uso de la computadora desempeña un rol de enorme relevancia, un otro objetivo consiste en inducir a los estudiantes a un empleo regular y sistemático de la máquina en la resolución de problemas y la modelización. Se sugiere el empleo de software como el Mathematica o Gauss.

Programa sintético

Razonamiento Inductivo. Generalización, especialización, analogía. Razonamiento Inductivo en Geometría. Razonamiento Inductivo en Teoría de números. Guía de heurísticas. Planteamiento y resolución de problemas. Estrategias fundamentales. Introducción a los modelos. Elaboración de modelos matemáticos.

Contenidos analíticos

1. *Razonamiento Inductivo*: 1.1 Experiencia y comportamiento. 1.2 Indicios sugestivos. 1.3 Indicios de refuerzo 1.4 La actitud inductiva 1.5 Ejemplos ejercicios y comentarios
2. *Generalización, especialización, analogía*: 2.1 Generalización. 2.2 Especialización. 2.3 Un ejemplo con las tres operaciones. 2.4 Analogía e inducción. 2.5 Ejemplos ejercicios y comentarios
3. *Razonamiento Inductivo en Geometría*: 3.1 La fórmula de Euler para poliedros 3.2 Descomposición del espacio mediante planos 3.3 Ejemplos, ejercicios y comentarios.
4. *Razonamiento inductivo en Teoría de números*: 4.1 La conjetura de Bachet de Meziriac 4.2 Triángulos rectángulos con lados enteros positivos 4.3 Sumas de cuadrados 4.4 Acerca de la suma de 4 cuadrados impares 4.5 Sobre la naturaleza del descubrimiento inductivo. 4.6 Sobre la naturaleza de la evidencia inductiva 4.7 Disquisiciones sobre el teorema de Fermat 4.8 Ejemplos y ejercicios diversos
5. *Guía de Heurísticas*: 5.1 Comprensión del problema 5.2 Elaboración de un plan de resolución 5.3 Evaluación y revisión de las soluciones obtenidas
6. *Planteamiento y resolución de problemas*. 6.1 Ejemplos introductorios y empleo de la guía de heurísticas.
7. *Estrategias fundamentales*: 7.1 Búsqueda de un patrón 7.2 Representación gráfica 7.3 Formular un problema equivalente 7.4 Explotar la simetría 7.5 Dividir en casos 7.6 Buscar paridad 7.7 Considerar casos extremos.
8. *Introducción a los modelos*: 8.1 Definiciones 8.2 Tipos de modelos 8.3 Ejemplos que ilustran situaciones en las cuales se aplican modelos 8.4 Heurísticas empleadas en su implementación
9. *Construcción de modelos*: 9.1 Ejemplos diversos, aplicación de heurísticas

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20%
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20%
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7 y 8	20%
Examen Final	Todos los Capítulos	20%
Prácticas	Todos	20%
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100%

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, or que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] George Polya, *Induction and analogy in mathematics*, Ed. Princeton University Press
- [2] George Polya, *Como plantear y resolver problemas*, Ed. Trillas.
- [3] Miguel de Guzman *Para pensar mejor*, Ed. Pirámide.
- [4] Loren C. Larson *Problem Solving Through problems*, Ed. Springer
- [5] Sixto Rios, *Modelización*, Ed. Alianza Universidad.
- [6] A. M. Starfield, K. A. Smith, A.L. Bleloch, *How to model it*, Ed. McGraw Hill

11.1.5. MAT-117: Computación I

Identificación

Asignatura:	Computación 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

Problema (Por qué)

Los procesos medianos en la aplicación y presentación de la matemática requiere un mínimo conocimiento de las tecnologías informáticas para facilitar los cálculos programables.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son las aplicaciones computacionales de orientación matemática para la resolución de problemas y edición de textos matemáticos.

Objetivos generales

1. Desarrollar la lógica de la escritura de documentos matemáticos simples en \LaTeX que es por excelencia el editor de texto matemático con formateado elegante de títulos y fórmulas así como inclusión de las tablas y las figuras, que facilitará la edición de prácticas, proyectos e incluso documentos de tesis.
2. Familiarizar al estudiante con el paquete MATHEMATICA y/o Gauss a fin de que pueda realizar operaciones básicas de la aritmética y teoría de números, así como resolver ecuaciones, y además introducirse a las nociones de programación básica.

Programa Sintético

Sistema Operativo. Edición de texto matemático. Aplicación computacional especializado.

Contenidos analíticos

1. *Sistema Operativo:* 1.1 Un vistazo al Sistema Operativo WINDOWS 1.2 Nociones de DOS y LINUX para gestión de archivos
2. *Edición de Texto Matemático:* 2.1 Editor WinEdt o Emacs 2.2 Estructuras del Documento \LaTeX : Artículo, Carta, Reporte y Libro 2.3 Herramientas de Edición 2.4 Simbología matemática 2.5 Tablas e inclusión de gráficas 2.6 Elaboración de bibliografías e índices
3. *Aplicación Computacional Especializado:* 3.1 Introducción al paquete Mathematica, la revolución del cálculo simbólico 3.2 Aritmética básica algebraica 3.3 Teoría de números 3.4 Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones 3.5 Generación de gráficas simples 3.6 Introducción a la programación, estructuras básicas: bucles, condicionales, selectivos

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y un laboratorio de computación para las prácticas de las aplicaciones en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Rodrigo de Castro Korgi, (2001), *El Universo L^AT_EX*, Depto. Matemática y Estadística de Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- [2] Leslie Lamport, (1986), *L^AT_EX 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 actuales

11.2. Segundo Semestre

11.2.1. MAT-121: Algebra II

Identificación

Asignatura:	Algebra II
Sigla:	MAT-121
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-111
Carreras destinatarias:	Matemática, Estadística y Area de Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son las ecuaciones diofantinas con propiedades de divisibilidad en los enteros.

Objetivos generales

Introducción a la estructura cociente. Estudio del anillo de polinomios y la noción de irreducibilidad. Solución de ecuaciones polinomiales. Iniciar el estudio de los números cuaterniónicos y su geometría (álgebra con división conmutativa). Aplicaciones de estos sistemas.

Contenido

1. Congruencias en los números enteros.
2. Ecuaciones diofantinas.
3. Polinomios e irreducibilidad.
4. Teoría de ecuaciones.
5. Números cuaterniónicos.
6. Rotaciones en \mathbb{R}^3 .

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

para lo cual la Carrera tiene la política de calificar a sus docentes dando toda la facilidad para que puedan realizar cursos de post grado en Matemática, Educación y Ciencias afines.

Bibliografía

- [1] H. Cárdenas, E. Lluis, F. Raggi y F. Tomás, (1981), *Álgebra Superior*, Ed. Trillas.
- [2] A. Rojo, (1981), *Álgebra II*. Ed. El Ateneo.
- [3] T. Apostol, (1980), *Teoría Analítica de Números*, Ed. Reverté.
- [4] K. Hoffman y R. Kunze, (1971), *Álgebra Lineal* (Cap. 4), Prentice–Hall.

11.2.2. 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

Problema (Por qué)

El cálculo integral simple como su concepto y la convergencia es parte fundamental para el análisis matemático, que posteriormente estarán en los modelos matemáticos.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es la *integración de Riemann* de funciones reales de variable real y sucesiones de series numéricas.

Objetivos Generales

Entregar al estudiante los fundamentos del *cálculo integral* para funciones reales de variable real, como la segunda noción más importante del Análisis Matemático. Más específicamente, se trata la integral de Riemann asociada a los resultados como el Teorema Fundamental del Cálculo y a la construcción de nuevas funciones.

Programa sintético

La integral de Riemann. Cálculo con integrales. Sucesiones y series de funciones.

Contenidos analíticos

1. *La integral de Riemann:* 1.1 Revisión sobre sup e ínf 1.2 Integral de Riemann 1.3 Propiedades de la integral 1.4 Condiciones suficientes de integrabilidad
2. *Cálculo con integrales:* 2.1 Los teoremas clásicos del cálculo integral 2.2 La integral como límite de sumas de Riemann 2.3 Logaritmos y exponenciales 2.4 Integrales impropias.
3. *Sucesiones y series de funciones:* 3.1 Convergencia puntual y convergencia uniforme 3.2 Propiedades de la convergencia uniforme 3.3 Series de potencias 3.4 Funciones trigonométricas 3.5 Series de Taylor

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Elon Lages Lima, (1989), *Análisis Real*, Volúmen 1, Ed. IMPA, Rio de Janeiro
- [2] Michael Spivak, (1992), *Calculus* Ed. Reverté S.A., Barcelona.
- [3] Elon Lages Lima, (1987), *Curso de análise*, Volúmen 1, Ed. IMPA, Brasilia.
- [4] Richard Courant y Fritz Jhon, (1990), *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, Volumen 1, Ed. Limusa, México.
- [5] Robert G. Bartle y Donald R. Sherbert, (1996), *Introducción al Análisis Matemático de una variable* Ed. Limusa, México.

11.2.3. 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 Generales

1. 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.
2. Establecer los criterios para la construcción de gráficas correspondientes a las ecuaciones cuadráticas
3. Analizar las características de las transformaciones rígidas del espacio.
4. Iniciar el estudio de la Geometría Riemanniana de superficies.

Contenidos

Sistema de conocimientos (saber). Sistema de habilidades (saber hacer). Sistema de valores (saber ser)

Programa sintético

Álgebra 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 -dimensionales 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

Estrategias de Aprendizaje

1. Los niveles de asimilación son los siguientes:
 - a) Familiarización; el alumno no está capacitado para analizar situaciones-problémicas aún
 - b) Reproducción; la situación problemática planteada es conocida
 - c) Producción; la situación problemática planteada es nueva
 - d) Creación; la situación problemática planteada es nueva y no se dispone de todos los elementos para resolverla

Como métodos generales del aprendizaje y la enseñanza problemática, en las cuales se reflejan los diferentes niveles del carácter problemático, tenemos:

- a) Método Monologado, predomina la exposición del docente y no hay elementos de búsqueda
 - b) Método Dialogado, predomina la exposición de carácter reproductivo con elementos de búsqueda
 - c) Método Demostrativo, se da a conocer un problema y hay búsqueda
 - d) Método Heurístico, la información se asimila durante la búsqueda colectiva e individual con la orientación del docente
 - e) Método Investigativo, se realiza la búsqueda individual o grupal organizada por el docente con la finalidad de lograr y desarrollar deducciones teóricamente significativas
 - f) Método Algorítmico, desarrollar en los alumnos las habilidades para trabajar de acuerdo a un conjunto de prácticas concretas
 - g) Método Programado, se realizan tareas programadas que responden a un orden lógico, en las cuales se plantea una búsqueda.
2. Las actividades se desarrollarán bajo las modalidades de
 - Trabajos colectivos
 - Trabajos a pares
 - Trabajos en pequeños grupos
 - Trabajos individuales
 3. El esquema estratégico general de la asignatura es el inductivo-deductivo; como se ve en la Figura 11.2

Control y Evaluación

El control y la evaluación como procesos comprenden dos fases: Cualitativa, Cuantitativa; y tres modalidades: Inicial, Formativa y Sumativa

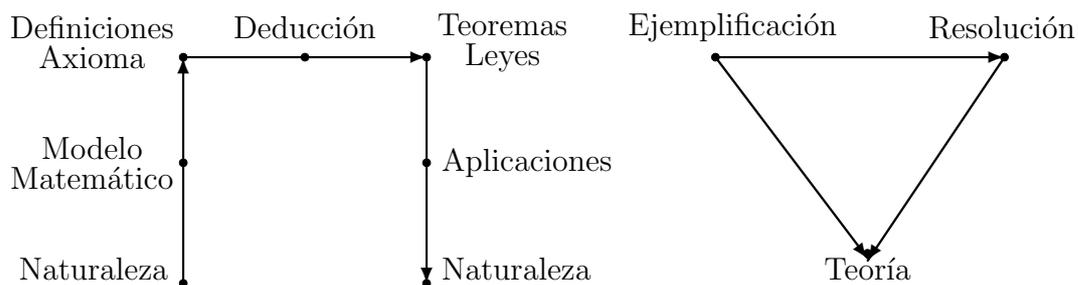


Figura 11.2: Esquema inductivo-deductivo

Examen	Temas	Ponderación
Control permanente	De clases anteriores	50 %
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 al 3	8 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	8 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 6 y 7	8 %
Examen Final	Todos los Capítulos	16 %
Prácticas	Todos	20 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

1. Los elementos claves del trabajo matemático son los siguientes: Lenguaje oral, Lenguaje escrito, Abstracciones
2. Como recursos didácticos tenemos: Material impreso, Resúmenes, Láminas, Gráficas, Glosarios, Esquemas, Fichas, Guías de trabajo, Separatas, Mapas conceptuales.

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, Delaware, 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.

11.2.4. MAT-124: Introducción a los Modelos Matemáticos II

Identificación

Asignatura:	Introducción a los Modelos Matemáticos II
Sigla:	MAT-124
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 Tecnología

Problema (Por qué)

Muchos conceptos y métodos matemáticos han nacido sugeridos por problemas de la realidad, por la curiosidad y afán del hombre por descubrir las leyes que gobiernan el universo en que habita. El razonamiento matemático; enmarcado dentro de la modelización, ha sido el instrumento esencial para dar respuesta a una vasta cantidad de interrogantes relativos al mundo natural. El propósito de esta materia es mostrar la motivación, el origen y el proceso de creación de modelos matemáticos que llevaron a responder tales interrogantes.

Objeto de la Materia

Estudio y comprensión del origen, desarrollo y aplicación de los modelos matemáticos relativos a problemas físicos, de optimización y otros diversos.

Objetivos Generales

Profundizar en el estudio de las destrezas empleadas en la resolución de problemas y en la elaboración de modelos matemáticos. Mostrar con especial énfasis los modelos como instrumento indispensable de trabajo en la ciencia; asimismo, presentar al estudiante el vasto campo aplicativo de la matemática y afianzar su autoconfianza en la construcción de modelos, empleando las diversas técnicas que proporciona la matemática.

Programa sintético

Modelos originados en problemas físicos. Máximos y mínimos. Modelos matemáticos con métodos de la física. Teoría elemental de ecuaciones diferenciales. Modelos que emplean ecuaciones diferenciales.

Contenidos analíticos

- Modelos originados en problemas físicos:* 1.1 Modelización 1.2 Heurísticas de uso frecuente en modelización 1.3 Transmisión del movimiento rotatorio 1.4 Poleas 1.5 Vectores. La ley del paralelogramo vectorial 1.6 La ley de la palanca 1.7 La ley de la palanca, deducción vectorial 1.8 Arquímedes y el cálculo del volumen de la esfera. 1.9 Stevinus y la Ley del Plano Inclinado. 1.10 Galileo y la dinámica.
- Máximos y mínimos:* 2.1 Problemas introductorios. 2.2 El problema de Herón de Alejandría 2.3 Maximizando un ángulo de visión. 2.4 El patrón de las Curvas de nivel. 2.5 Distancia mínima entre dos rectas alabeadas. 2.6 Principio de variación parcial. 2.7 El teorema general de las medias aritmética y geométrica (TMAG). 2.8 Aplicaciones del teorema TMAG. 2.9 El problema Isoperimétrico, consecuencias.
- Modelos matemáticos con métodos físicos:* 3.1 El problema de Herón. Interpretación óptica. 3.2 El problema de Steiner. Interpretación mecánica. 3.3 Una propiedad de la elipse. 3.4 Refracción y la ley de Snell. 3.5 Los Bernoulli, Fermat y la braquistócrona 3.6 Máximos y mínimos en la naturaleza.

4. *Teoría elemental de ecuaciones diferenciales:* 4.1 Introducción 4.2 Interpretación geométrica de la derivada 4.3 Interpretación de la derivada como razón de cambio instantáneo 4.4 Clases de ecuaciones diferenciales 4.5 Generalidades sobre las soluciones
5. *Modelos que emplean ecuaciones diferenciales:* 5.1 Crecimiento poblacional. 5.2 Interés compuesto continuamente. 5.3 Velocidad y aceleración. 5.4 Galileo y la caída libre de los cuerpos. 5.5 La ley de Torricelli 5.6 La ley del enfriamiento de Newton 5.7 Fluido en rotación. 5.8 La catenaria 5.9 El péndulo.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3,4	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	20 %
Prácticas	Todos	20 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidos en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad creativa. Entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] George Polya, *Induction and Analogy in Mathematics*, Ed. Princeton University Press
- [2] George Polya, *Mathematical Methods in Science*, Ed. Mathematical Association of America.
- [3] Brian Bolt, *Matemáquinas*, Ed. Labor
- [4] R. Courant, H. Robbins, *Qué son las matemáticas?* Ed. Fondo de Cultura Económica (México)
- [5] Sixto Rios, *Modelización*, Ed. Alianza Universidad
- [6] George Simmons, *Ecuaciones Diferenciales*, Ed. McGraw Hill. (Segunda Edición)
- [7] C.H. Edwards, Jr. David E. Penney, *Elementary Differential Equations*, Ed. Prentice Hall.

11.2.5. MAT-127: Computación II

Identificación

Asignatura:	Computación 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

Problema (Por qué)

Los procesos medianos y complejos en la aplicación y presentación de la matemática requiere un mínimo conocimiento de las tecnologías informáticas para facilitar los cálculos programables.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son la Aplicación MATHEMATICA y \LaTeX en ambiente MikTeX de Windows o TeTeX- \LaTeX de LINUX. Para la programación de procesos se tiene a la propia MATHEMATICA y GAUSS.

Objetivos generales

1. Desarrollar la programación en el paquete MATHEMATICA y/o GAUSS a fin de construir programas computacionales complejas que resuelvan tareas específicas.
2. Escribir textos de contenido matemático complejos con la aplicación de \LaTeX con la construcción de distintos tipos de tablas, figuras, con documentos maestros, corrección de gramática, y conversión de documentos formateados de DVI a otros formatos publicables como PDF (Acrobat Reader), PS (Postscript), HTML (hypertext de INTERNET).

Programa Sintético

Estructuras básicas de programación. Aplicación computacional con programación. Edición Compleja de texto matemático.

Contenidos analíticos

1. *Estructuras Básicas de Programación:* 1.1 Estructuras de programación 1.2 Bucles, Condicionales, Selectivos 1.3 Comandos específicos (objetos) de Mathematica y/o Gauss
2. *Aplicación Computacional con Programación* 2.1 Programación en Matemática o Gauss: Variables, bucles, funciones condicionales, estructuras de control, módulos de un programa, funciones compartidas. 2.2 Composición de funciones y gráficas superpuestas 2.3 Programación de procesos, cálculos numéricos 2.4 Generación de gráficas complejas y guardadas por separado o junto para ser incluido en un documento \LaTeX
3. *Edición Compleja de Texto Matemático:* 3.1 Configuración personalizada del editor WinEdt o Emacs 3.2 Manejo de documentos grandes en \LaTeX en ambiente MiKTeX con división de documentos, documento raíz 3.3 Tablas extremadamente largas 3.4 Figuras BMP, PS, WMF, GIF, JPEG 3.5 Generación de bibliografías con BibTeX 3.6 Generación de Indices con MakeIndex 3.7 Conversión de documentos DVI en PDF (Acrobat Reader), PS (Postscript) y HTML (Hypertext de Internet). 3.8 Paquetes especiales de \LaTeX

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y un laboratorio de computación para las prácticas de las aplicaciones en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Rodrigo de Castro Korgi, (2001), *El Universo L^AT_EX*, Depto. Matemática y Estadística de Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- [2] Leslie Lamport, (1986), *L^AT_EX 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.

11.3. Tercer Semestre

11.3.1. MAT-131: Algebra Lineal I

Identificación

Asignatura:	Algebra 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:	MAT-111
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Problema (Por qué)

Muchas aplicaciones de la vida real están basadas en sistemas de ecuaciones lineales. Por otra parte el estudio de los espacios lineales facilita localmente el estudio cualitativo de espacios no lineales, es así que estas aproximaciones lineales son de uso muy frecuente especialmente en ciencias aplicadas, de no ser así no se resolverían muchos problemas.

Por otra parte el álgebra lineal tiene muchas aplicaciones dentro de los diferentes campos del conocimiento científico, tales como en: programación lineal, economía, métodos cuantitativos, agronomía, etc. Dentro de las matemáticas, el aporte del álgebra lineal es total, en el área del álgebra, en el área del análisis como en el área de la geometría.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia son los Espacios Vectoriales sobre los reales y las transformaciones lineales sobre éstas.

Objetivos Generales

Estudiar una de las estructuras de gran aplicación tanto en las ciencias exactas como en el área social, esta estructura se conoce como *espacios vectoriales*, en esta etapa se desarrolla estos espacios en dimensión finita, y la relación existente entre ellas a través de una aplicación que permite conservar sus propiedades son de gran importancia y estas se conocen como *transformaciones lineales*, y finalmente mostrar que todo espacio vectorial de dimensión finita mediante las transformaciones lineales se identifican con el espacio euclidiano.

Programa sintético

Ecuaciones lineales, Espacios Vectoriales, Transformaciones Lineales y $Hom(V, W)$, Determinantes y Formas Canónicas Elementales.

Contenidos analíticos

1. *Ecuaciones lineales*: 1.1 Sistemas de ecuaciones lineales 1.2 Matrices y operaciones elementales de fila 1.3 Matrices escalón reducidas por filas 1.4 Multiplicación de matrices 1.5 Matrices inversibles
2. *Espacios Vectoriales*: 2.1 Espacios Vectoriales 2.2 Subespacios 2.3 Conjuntos linealmente independientes y dependientes 2.4 Bases y dimensión 2.5 Coordenadas

3. *Transformaciones Lineales*: 3.1 Transformaciones lineales 3.2 Álgebra de las transformaciones lineales 3.3 Isomorfismos 3.4 Representación de transformaciones por matrices 3.5 Funcionales Lineales 3.6 El doble dual 3.7 Transpuesta de una transformación lineal
4. *Determinantes*: 4.1 Funciones determinantes 4.2 Unicidad de los determinantes 4.3 Otras propiedades de las determinantes 4.4 Módulos 4.5 Funciones Multilineales
5. *Formas Canónicas Elementales*: 5.1 Introducción 5.2 Valores propios 5.3 Polinomios anuladores 5.4 Subespacios invariantes 5.5 Triangulación simultánea, diagonalización simultánea 5.6 Descomposición en suma directa 5.7 Sumas directas invariante

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Kenneth Hoffman y Ray Kunze, (1973), *Álgebra Lineal*, Prentice–Hall Hispanoamericana, S.A., México.
- [2] Elon Lages Lima, (1985), *Álgebra Lineal*, Ed. IMPA, Brasil.
- [3] Serge Lang, (1976), *Algebra Lineal*, Fondo Educativo Interamericano, S.A., México.

11.3.2. MAT-132: Cálculo Diferencial e Integral III

Identificación

Asignatura:	Cálculo Diferencial e Integral III
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

Problema (Por qué)

La topología de \mathbb{R}^n , los caminos en el espacio euclidiano y el teorema de la función implícita son conceptos importantes para el análisis matemático y geometría diferencial.

Objeto de la Materia

Los objeto de la asignatura son la topología de \mathbb{R}^n , los caminos en el espacio euclidiano y las funciones de n variables.

Objetivos Generales

1. Conocer la topología de \mathbb{R}^n , los caminos en el espacio euclidiano y las funciones de n variables.
2. Presentar y hacer énfasis al teorema de Schwarz, Fórmula de Taylor, y el teorema de la función implícita y mostrar su importancia.

Programa sintético

Topología do Espacio Euclidiano. Caminos en el Espacio Euclidiano. Funciones Reales de n Variables.

Contenidos analíticos

1. *Topología del Espacio Euclidiano:* 1.1 El espacio vectorial \mathbb{R}^n 1.2 Producto interno e norma 1.3 Bolas e conjuntos acotados 1.4 Sucesiones en el espacio euclidiano 1.5 Puntos de acumulación 1.6 Aplicaciones continuas 1.7 Homeomorfismos 1.8 Limites 1.9 Conjuntos abiertos 1.10 Conjuntos cerrados 1.11 Conjuntos compactos 1.12 La norma de una transformación lineal
2. *Caminos en el Espacio Euclidiano:* 2.1 Caminos diferenciables 2.2 Integral de un camino 2.3 Los teoremas clásicos de cálculo 2.4 Caminos rectificables 2.5 la longitud de arco como parámetro.
3. *Funciones Reales de n Variables:* 3.1 Derivadas parciales 3.2 Derivadas direccionales 3.3 Funciones diferenciables 3.4 La diferencial como función 3.5 La gradiente de una función diferenciable 3.6 La regla de Leibniz 3.7 El teorema de Schwarz 3.8 Fórmula de Taylor 3.9 Puntos críticos 3.10 El teorema de la función implícita 3.11 Multiplicador de Lagrange.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Elon Lages Lima, (1985), *Curso de análise*, Volúmen 2, Segunda Edição, 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] Jose Luis Fernandez M. y Graciella de la Torre M., (1983), *Análisis Matemático*, Tomo III, Ed. Pueblo y Educación, La Habana.
- [7] Elon Lages Lima, (1970), *Análisis en el espacio euclídeo*, Ed. Edgard Blücher Ltda., Brasilia.

11.3.3. 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-121
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

La combinatoria constituye un campo de la matemática vasto y complejo, sobre el cual se ha escrito una gran cantidad de obras de gran profundidad y se realiza mucha investigación en la actualidad. Sus aplicaciones dentro de la misma matemática y en otras áreas del conocimiento son, por lo mismo, muchas y variadas. Teniendo en cuenta todo ello se ha elaborado el presente programa de la materia con el propósito de brindar a los estudiantes un panorama amplio y motivador, aunque de carácter introductorio, acerca de esta fascinante y difícil disciplina de la matemática.

Objetivo general

El estudio de los diversos métodos y técnicas de conteo, así como el de las relaciones recursivas y los resultados fundamentales de la teoría de grafos.

Programa Sintético

Principios fundamentales de conteo. El principio de Inclusión y Exclusión. Funciones Generatrices. Relaciones de recurrencia. Introducción a la teoría de grafos.

Contenidos analíticos

1. *Principios fundamentales de conteo:* 1.1 Reglas de la suma y el producto 1.2 Permutaciones con y sin repetición 1.3 Combinaciones 1.4 Teorema del Binomio 1.5 Combinaciones con repetición: Distribuciones. 1.6 Ciertas distribuciones especiales. 1.7 Conteo de funciones. 1.8 El principio de las casillas.
2. *El principio de Inclusión y Exclusión:* 2.1 Introducción 2.2 Fórmula fundamental 2.3 Aplicaciones: 2.4 Conteo de soluciones de una ecuación lineal en enteros y con restricciones. 2.5 Conteo de funciones sobreyectivas 2.6 La función ϕ de Euler 2.7 Desórdenes 2.8 Coloreando una casa.
3. *Funciones Generatrices :* 3.1 Ejemplos introductorios 3.2 Definiciones. Técnicas de cálculo. 3.3 Algunas funciones generatrices. 3.4 Particiones de enteros. 3.5 La función generatriz exponencial. 3.6 El operador de suma.
4. *Relaciones de recurrencia* 4.1 Introducción 4.2 La relación de recurrencia lineal de primer orden 4.3 La relación de recurrencia lineal homogénea de segundo orden con coeficientes constantes. 4.4 La relación de recurrencia no homogénea. 4.5 Un tipo de relación de recurrencia no lineal. 4.6 Los números de Catalan 4.7 Triangulaciones de un polígono convexo. Un problema de Euler.
5. *Introducción a la teoría de grafos :* 5.1 Introducción 5.2 Definiciones, tipos de grafos. 5.3 Subgrafos e isomorfismo de grafos. 5.4 Grafos Eulerianos. 5.5 Grafos Hamiltonianos 5.6 Algunas aplicaciones 5.7 Árboles 5.8 Más aplicaciones 5.9 Planaridad, Fórmula de Euler para grafos planos. 5.10 Coloreado de grafos.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1,2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3,4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	20 %
Prácticas	Todos	20 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*. Entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Ralph P. Grimaldi, *Matemática Discreta y Combinatoria*, Ed. Adisson Wesley
- [2] Ivan Niven, *Como contar sin contar*, Ed. Red Olímpica.
- [3] Eduardo Piza Volio, *Combinatoria Enumerativa*, Ed. de la Universidad de Costa Rica.
- [4] Yaglom, Yaglom, *Challenging Mathematical problems with elementary solutions* Ed. Holden Day
- [5] Loren C. Larson, *Problem Solving Through problems*, Ed. Springer Verlag.
- [6] Robin J. Wilson *Introducción a la Teoría de Grafos* Ed. Alianza

11.3.4. FIS-100: Física Básica I

Identificación

Asignatura	Física Básica I
Sigla:	FIS-100
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

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el estudio de las leyes que rigen el movimiento

Objetivos generales

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.

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 Projectiles 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 al 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 6 y 7	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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.

11.4. Cuarto Semestre

11.4.1. MAT-141: Algebra Lineal II

Identificación

Asignatura:	Algebra Lineal II
Sigla:	MAT-141
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-131
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son los espacios vectoriales y las transformaciones lineales sobre éstas.

Objetivos generales

Estudio de formas canónicas de transformaciones lineales. Introducción al estudio de formas bilineales y cuadráticas con énfasis en espacios con producto interior.

Programa Sintético

Formas Canónicas Elementales. Las Formas Racional y de Jordan. Espacios con Producto Interior. Formas Bilineales.

Contenidos analíticos

- Formas Canónicas Elementales:* 1.1 Definición y Ejemplos 1.2 Valores Propios 1.3 Polinomios anuladores 1.4 Subespacios invariantes 1.5 Triangulación y Diagonalización 1.6 Descomposición en sumas directas 1.7 Sumas directas invariantes 1.8 descomposición Prima
- Las Formas Racional y de Jordan:* 2.1 Subespacios cíclicos y anuladores 2.2 Descomposiciones cíclicas y Forma Racional 2.3 La Forma de Jordan 2.4 Cálculo de Factores invariantes
- Espacios con Producto Interior:* 3.1 Productos Internos 3.2 Espacios con producto interno 3.3 Funciones lineales y adjuntas 3.4 Operadores unitarios 3.5 Operadores Normales
- Operadores sobre Espacios con Producto Interno:* 4.1 Definición y Ejemplos 4.2 Formas sobre Espacios con Producto Interior
- Formas Bilineales:* 5.1 Definición y Ejemplos 5.2 Producto Tensorial 5.3 Formas Bilineales Simétricas 5.4 Formas Bilineales Antisimétricas

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] K. Hoffman y R. Kunze, (1971), *Algebra Lineal*, Prentice-Hall.
- [2] S. Lang. (1971), *Algebra Lineal*, Fondo Educativo Interamericano.
- [3] L.H. Loomis y S.Sternberg, (1968), *Advanced Calculus*, Addison-Wesley.
- [4] S. MacLane y G. Birkhoff, (1967), *Algebra*, The MacMillan.
- [5] S. Lang, (1971), *Algebra*, Aguilar.

11.4.2. MAT-142: Cálculo Diferencial e Integral IV

Identificación

Asignatura:	Cálculo Diferencial e Integral IV
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

Problema (Por qué)

En la materia se establecen conceptos de funciones diferenciales e integral múltiple y sus métodos de resolución y teoremas importantes, los cuales son vitales para encarar las materias del análisis y de la Geometría Diferencial.

Objeto de la Materia

Los objetos de la materia son la función diferenciable, teorema de la función inversa y las integrales múltiples.

Objetivos Generales

1. Conocer las aplicaciones diferenciables, el teorema de la funciones inversa, las formas locales de sumersión, inmersión y el teorema del rango.
2. Presentar un desarrollo sistemático del cálculo integral de funciones de varias variables, en base a un conocimiento de la topología elemental en el espacio n -dimensional.

Programa sintético

Aplicaciones Diferenciables. Integrales Múltiples.

Contenidos analíticos

1. *Aplicaciones Diferenciables:* 1.1 Diferenciabilidad de una aplicación 1.2 Ejemplos de aplicaciones diferenciables 1.3 La regla de la cadena 1.4 La fórmula de Taylor 1.5 La desigualdad de valor medio 1.6 Sucesiones de aplicaciones diferenciables 1.7 El teorema de la aplicación inversa 1.8 Aplicación del lema de Morse 1.9 La forma local de las inmersiones 1.10 la forma local de las sumersiones 1.11 El teorema del rango 1.12 El método de los multiplicadores de Lagrange.
2. *Integrales Múltiples:* 2.1 La definición de integral 2.2 Conjuntos de medida nula 2.3 Caracterización de las funciones integrables 2.4 la integral como limite de sumas de Riemann 2.5 Integración repetida 2.6 Cambio de variable

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Elon Lages Lima, (1985), *Curso de análise*, Volúmen 2, Segunda Edição, 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.

11.4.3. MAT-144: Probabilidades y Estadística

Identificación

Asignatura:	Probabilidades y Estadística
Sigla:	MAT-144
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

Problema (Por qué)

La comprensión de la teoría de probabilidades requieren de conocimientos previos de conceptos sobre la media y la varianza de variables aleatorias, por lo que este curso debe dar esos lineamientos de nomenclatura estadística y técnicas básicas de cálculo de probabilidades.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el cálculo de probabilidades de sucesos aleatorios y la inferencia estadística que incluye la estimación y la prueba de hipótesis.

Objetivos generales

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 estudiarán 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.

Programa Sintético

Introducción a la Teoría de Probabilidades. Distribuciones de Probabilidad. Modelos de distribución de Probabilidades. Estimación. Pruebas de Hipótesis.

Contenidos analíticos

1. *Introducción a la Teoría de Probabilidades:* 1.1 Introducción a la probabilidad 1.2 Experimentos: determinísticos y no determinísticos (experimentos aleatorios) 1.3 Espacios muestrales y puntos muestrales 1.4 Sucesos: clases de sucesos, familia de sucesos y álgebra de sucesos 1.5 Probabilidad: función de medida de suceso, enfoque clásico de probabilidad, frecuencias y probabilidad, técnicas de conteo y enfoque axiomático de probabilidades. 1.6 Propiedades de probabilidades 1.7 Espacio y función de probabilidad 1.8 Probabilidad condicional: definición y propiedades 1.9 Introducción a las Cadenas de Markov
2. *Distribuciones de Probabilidad:* 2.1 Variable aleatoria 2.2 La función de variable aleatoria 2.3 Función de distribución de probabilidades 2.4 Función de distribución de probabilidades acumulada 2.5 Función de variables aleatorias 2.6 Valores esperados: Esperanza matemática, esperanza de una función de variable aleatoria, varianza y desviación típica 2.7 Momentos: Momentos respecto al origen, momentos respecto a la media y propiedades 2.8 Función generatriz de momentos:

Función generatriz de momentos ordinarios, función generatriz de momentos factoriales y función característica

3. *Modelos de distribución de Probabilidades:* 3.1 Modelos de distribución de probabilidades de variable aleatoria discreta, propiedades y aplicaciones de: Distribuciones para pruebas Bernoulli, Distribución Binomial, Distribución Geométrica, Distribución Binomial Negativa, Distribución Poisson, y la Distribución Hipergeométrica 3.2 Modelos de distribución de probabilidades de variables aleatorias continuas, propiedades y aplicaciones de: La Distribución Uniforme o rectangular, Distribución Exponencial, Distribución Normal, Distribución Normal Estándar, Distribución Log–Normal, Distribución Gamma y Distribución Beta 3.3 Relaciones entre las distribuciones de Probabilidad
4. *Estimación:* 4.1 Estimador puntual e intervalos de confianza 4.2 Propiedades de un estimador 4.3 Procedimientos de estimación 4.4 Intervalos de confianza
5. *Pruebas de Hipótesis:* 5.1 Conceptos fundamentales 5.2 Potencia y tamaño muestral 5.3 Regiones críticas óptimas 5.4 Pruebas de razón de verosimilitud

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Morris H. de Groot, (1988), *Probabilidad y Estadística*, Addison–Wesley Iberoamericana.
- [2] Paul L. Meyer, *Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas*.
- [3] Horld J. Larson, (1987), *Introducción a la Teoría de Probabilidades*, Ed. Limusa.
- [4] Paul G. Hoel, (1971), *Introducción a la Estadística Matemática*, CECSA, México.
- [5] Seymour Lipechutz, (1976), *Probabilidades*, McGraw–Hill, México.
- [6] Rufino Moya C. (1991), *Probabilidades e Inferencia Estadística*, San Marcos, Perú.

11.4.4. FIS-102: Física Básica II

Identificación

Asignatura:	Física Básica II
Sigla:	FIS-102
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-100
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Esta materia es una continuación a FIS 100 . El objeto de la asignatura es el estudio de 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.

Objetivos generales

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.

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 Poincaré 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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., Thornton Stephen T., (1995), *Classical Dynamics of Particles and Systems* San Diego, Saunders 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.

Capítulo 12

Ciclo Intermedio

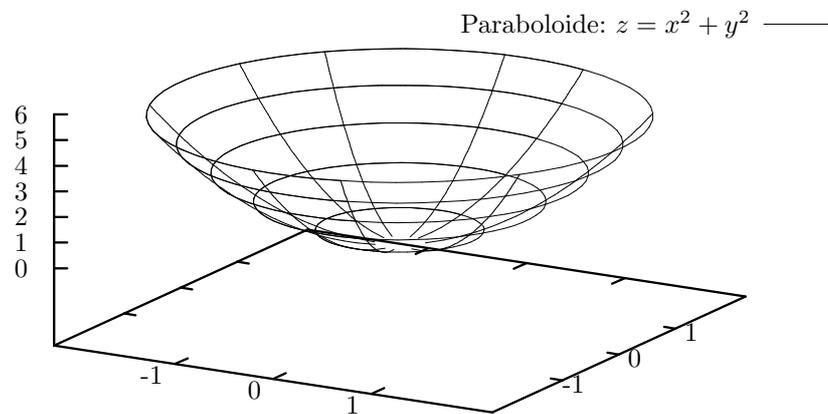


Figura 12.1: Superficie Suave

Quinto Semestre:

MAT-251 Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
MAT-252 Análisis I
MAT-255 Ecuaciones Diferenciales I
Electiva

Sexto Semestre:

MAT-261 Álgebra Abstracta I
MAT-262 Análisis Complejo I
MAT-263 Topología General
Electiva

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 "Lógica Matemática y la Teoría de Conjuntos" donde se logra la esencial comprensión del naturaleza del rigor científico; de la formalidad (teorías axiomáticas); de lo ineludible de la metateoría; y, de las construcciones contextualizadas de objetos y relaciones. Por otra parte, se tiene la asignatura de Análisis donde se desarrollan, con todo rigor, los conceptos analíticos en un ámbito de espacios métricos. Finalmente se tiene una asignatura de ecuaciones diferenciales donde, además de enunciar y demostrar los teoremas de existencia y unicidad, se desarrollan métodos de resolución que involucran recursos tanto algebraicos como computacionales.

Las materias del sexto semestre se inician con primer curso de Algebra Abstracta en la cual se fundamentan las estructuras de Grupo y Anillo, 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. Finalmente, 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.

12.1. Quinto Semestre

12.1.1. MAT-251: Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos

Identificación

Asignatura:	Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
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-121
Carreras destinatarias:	Matemática y Carreras de FCPN

Problema (Por qué)

En el proceso de formación del estudiante debe pasar del pensamiento puramente concreto al pensamiento abstracto basado en la lógica y sistemas formales con el cálculo de enunciados y predicativo.

Objeto de la Materia

Los objetos de la materia son la lógica, los sistemas formales y teoría de conjuntos.

Objetivos Generales

1. A partir de una introducción rigurosa de las distintas ramas de la Matemática, se hace precisa una descripción del contexto formal de las demostraciones y del origen axiomático-constructivo de los objetos matemáticos; para lo cual, se desarrollan elementos mínimos de Teoría de la Demostración y de la Teoría Axiomática de Conjuntos.
2. En este caso, el acceso abre las puertas a una adecuada comprensión de los llamados Fundamentos de la Matemática; y, en general, de toda la fenomenología metamatemática. 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.

Programa sintético

Introducción a la Lógica; Sistemas Formales. El Sistema Formal del Cálculo de Enunciados. El Sistema Formal del Cálculo Predicativo. Teoría de Conjuntos de Zermelo Fraenkel.

Contenidos analíticos

1. *Introducción a la Lógica:* 1.1 Descripción del contexto lingüístico de la Matemática 1.2 Alcances y características de la Lógica Deductiva Científica 1.3 Esquema Axiomático de Abstracción y la Paradoja de Russell 1.4 Naturaleza de las teorías Axiomáticas
2. *Sistemas Formales:* 2.1 Configuración de Lenguajes; y, de Sistemas Formales $T = \langle L, A, R \rangle$ 2.2 El sistema Formal del Cálculo de Enunciados 2.3 El sistema Formal del Cálculo Predicativo
3. *Conjuntos:* 3.1 Desarrollos generales: Axiomas de Extensionalidad y Separación; Intersección, Unión y Diferencia; Axioma de Apareamiento y Pares Ordenados; Definición por Abstracción; Axioma de Suma y Familias de Conjuntos; Axiomas del Conjunto Potencia; Producto Cartesiano; Axioma de Regularidad 3.2 Relaciones y funciones: Relaciones; Relaciones de Orden; Relaciones de Equivalencia (Particiones); Relaciones Funcionales y Funciones

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

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.

12.1.2. 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

Problema (Por qué)

En esta asignatura se hacen los análisis de conceptos de cálculo como límites en el contexto de espacios métricos abstractos, a la cual no necesariamente se llega con las materias de cálculo diferencial e integral.

Objeto de la Materia

Los objetos de la materia son Espacios métricos, Funciones continuas y Topología de espacios métricos.

Objetivos Generales

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.

Programa sintético

Espacios métricos. Funciones continuas. Lenguaje básico de la topología. Conjuntos conexos. Límites. Continuidad Uniforme. Espacios métricos completos. Espacios métricos compactos. Espacios separables.

Contenidos analíticos

- 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 1.5 Pseudo-métricas
- Funciones Continuas:* 2.1 Definición y ejemplos 2.2 Propiedades elementales de las funciones continuas 2.3 Homeomorfismos 2.4 Métricas equivalentes
- Lenguaje básico de la Topología:* 3.1 Conjuntos abiertos 3.2 Relación entre conjuntos abiertos y continuidad 3.3 Conjuntos cerrados
- Conjuntos Conexos:* 4.1 Definición y ejemplos 4.2 Propiedades generales de los conjuntos conexos 4.3 Conexidad por caminos 4.4 Componentes conexas
- Límites:* 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
- Continuidad Uniforme:* 6.1 Definición y ejemplos
- Espacios métricos completos:* 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
- Espacios métricos compactos:* 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
- Espacios separables:* 9.1 Propiedades generales 9.2 Espacios localmente compactos separables 9.3 Paracompacidad

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7, 8 y 9	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

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 Höning, (1976), *Aplicaciones de la Topología al Análisis*, Ed. IMPA, Brasilia.
- [4] S. Lang, (1973), *Real Analysis*, Adison-Wesley, México.

12.1.3. MAT-255: Ecuaciones Diferenciales I

Identificación

Asignatura:	Ecuaciones Diferenciales I
Sigla:	MAT-255
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
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

Problema (Por qué)

Muchos modelos matemáticos dinámicos de tiempo continuo se pueden expresar por medio de ecuaciones diferenciales como el funcionamiento de los órganos humanos y la supervivencia de especies.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia son las ecuaciones diferenciales y sus teoremas de existencia y unicidad de sus soluciones.

Objetivos Generales

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.

Programa sintético

Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden. Propiedades Generales de las Ecuaciones. Ecuaciones Diferenciales de Segundo Orden. Ecuaciones Diferenciales con Coeficientes Variables. Método de Series de Potencias. Transformada de Laplace. Sistemas de Ecuaciones Diferenciales. Estabilidad, Método de Liapunov

Contenidos analíticos

- Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden:* 1.1 Ecuaciones Diferenciales Lineales de Primer Orden
1.2 Ecuaciones Separables 1.3 Aplicaciones 1.4 Ejercicios
- 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
- Ecuaciones Diferenciales de Segundo Orden:* 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
- Ecuaciones diferenciales con Coeficiente Variables. Método de Series de Potencias:* 4.1 Repaso de series de potencias, convergencia 4.2 La Ecuación De Euler-Cauchy 4.3 Método de Series de Potencias 4.4 Método de Frobenius 4.5 Ejercicios
- 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. Método de Liapunov*: 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	25 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	25 %
Examen Final	Todos los Capítulos	35 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial ó final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Djairo Guedes de Figueiredo (1997), *Ecuaciones Diferenciales y Aplicadas*, Ed. IMPA
- [2] C. Fernandez, R. Rebolledo, (...), *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.

12.2. Sexto Semestre

12.2.1. MAT-261: Algebra Abstracta I

Identificación

Asignatura:	Algebra Abstracta I
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 Carreras de FCPN

Problema (Por qué)

Las estructuras algebraicas como grupos, anillos y sus propiedades en ellas constituyen la base para comprender los demás estructuras algebraicas mas complejas.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son la estructura de anillo, congruencias, ideales y grupos.

Objetivos Generales

Introducir al estudiante, que ha superado satisfactoriamente el ciclo básico del nivel formativo del programa de estudios, en el tratamiento formal de las estructuras de Grupo y Anillo, poniendo énfasis en los conceptos, en una ilustración suficiente y en la resolución de problemas; a fin de posibilitar una eventual profundización en los mismos temas y asegurar una solvente aplicación en la amplia denotación de los mismos.

Programa sintético

Anillos. Aritmética y Congruencia $F[x]$. Aritmética en Dominios de Integridad. Ideales y Cocientes. Grupos.

Contenidos analíticos

- Anillos:* 1.1 Definición, ejemplos y propiedades 1.2 Morfismos 1.3 Anillo de polinomios
- Aritmética y Congruencia $F[x]$:* 2.1 Algoritmo de división 2.2 Divisibilidad 2.3 Elementos irreducibles
- Ideales, Cocientes y Dominios de Integridad:* 3.1 Ideales primos y maximales 3.2 $F[x]/(p(x))$ 3.3 Factorización única 3.4 Raíces 3.5 Irreducibilidad en $\mathbb{Q}[x]$, $\mathbb{R}[x]$ y $\mathbb{C}[x]$ 3.6 Dominio de integridad, D. F. U., campo de coeficientes.
- Grupos:* 4.1 Definición, ejemplos y propiedades 4.2 Subgrupos 4.3 Morfismos 4.4 Congruencia 4.5 Cociente 4.6 Teoremas de isomorfismo 4.7 Grupos finitos –Lagrange, Cauchy–, el grupo simétrico 4.8 Productos directos 4.9 Grupos abelianos finitos 4.10 Conjugación y Teorema de Sylow

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3,	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Hangerford, (1990), *Abstract Algebra*, Saunder College Publishing.
- [2] I. N. Herstien, (1988), *Álgebra Abstracta*, Grupo Editorial Iberoamericana, Madrid.
- [3] Birkhoff, Mac Lane, (1967), *Algebra*, The Macmillan Company, New York.

12.2.2. 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

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el Cálculo diferencial e integral sobre la variable compleja.

Objetivos generales

Llevar a cabo un estudio profundo de los conceptos y teoremas básicos del análisis complejo. Diferenciabilidad en el sentido complejo. Integración a lo largo de curvas. El teorema de Cauchy-Goursat y sus consecuencias. Convergencia normal. El teorema del residuo y sus consecuencias. Funciones armónicas.

Programa Sintético

Diferenciación en \mathbb{C} . Funciones Especiales. Integración Compleja. Funciones Analíticas. Residuos y Polos.

Contenidos analíticos

- Diferenciación en \mathbb{C} :* 1.1 Funciones de Variable Compleja. 1.2 Derivadas Complejas. 1.3 Ecuaciones de Cauchy-Riemann.
- Funciones Especiales:* 2.1 Funciones Exponenciales y Trigonométricas. 2.2 Ramas de Funciones Inversas. 2.3 \mathbb{R} -Diferenciabilidad y \mathbb{C} -Diferenciabilidad.
- Integración Compleja:* 3.1 Integración a lo Largo de Curvas. 3.2 Teoremas de Cauchy y sus Consecuencias.
- Funciones Analíticas:* 4.1 Sucesiones y Series de Funciones Analíticas. 4.2 Familias Normales. 4.3 Ceros de Funciones Analíticas.
- Residuos y Polos:* 5.1 Singularidades Aisladas. 5.2 El Teorema del Residuo y sus Consecuencias. 5.3 Funciones Armónicas.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] B. P. Palka, (1991), *An Introduction to Complex Function Theory*. Springer–Verlag.
- [2] J. E. Marsden, (1973), *Basic Complex Analysis*, W. H. Freeman.
- [3] L. V. Ahlfors, (1966), *Complex Analysis*, McGraw-Hill.
- [4] W. Rudin, (1988), *Análisis Real y Complejo*. McGraw-Hill.

12.2.3. MAT-263: Topología General

Identificación

Asignatura:	Topología General
Sigla:	MAT-263
Area Curricular:	Topología y Geometría
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

Objeto de la Materia

Son las estructuras topológicas y sus relaciones.

Objetivos generales

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.

Programa Sintético

Teoría de Conjuntos y Lógica. Espacios Topológicos y Funciones Continuas. Conexión 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. *Conexión 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

Modalidad de Evaluación

Formativa periódica: A lo largo del Proceso de enseñanza y aprendizaje, con el objeto de realimentación y reajuste

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

Capítulo 13

Ciclo de Orientación

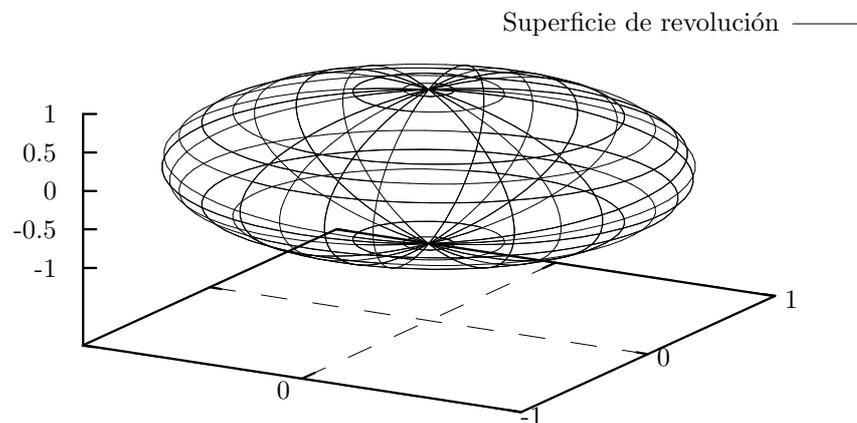


Figura 13.1: Superficie de Revolución generada por $y = \sqrt{1 - x^2}$

Séptimo Semestre:

MAT-371 Álgebra Abstracta II
MAT-372 Análisis II
MAT-373 Geometría Diferencial

Octavo Semestre:

MAT-381 Álgebra Homológica
MAT-382 Análisis Funcional I
Optativa

Noveno Semestre:

MAT-398 Seminario de Pre-Tesis
Optativa
Optativa

Décimo Semestre:

MAT-399 Seminario de Tesis
Optativa

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 cuatro 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 Algebra Abstracta II (Módulos, Retículos, Teoría de Galois) y Análisis II, que versa sobre la teoría de la medida definida sobre espacios arbitrarios con medidas inclusive no acotadas. La Geometría Diferencial, donde el alumno aplica los conceptos y métodos de las materias precedentes de todas las áreas. El Algebra Homológica, que facilita el acceso a tópicos algebraicos de intensidad investigativa. El primer curso de Análisis Funcional, con la teoría espectral de operadores acotados. Y, finalmente, los Seminarios de Pretesis y de Tesis; en lo cuales, se configuran los perfiles y se maduran los trabajos de tesis, respectivamente. Cuando una comisión docente designada expresamente por el HCC, luego de una serie de sesiones de seminario de tesis, considera que el trabajo tiene suficiencia, que el graduando tiene competencia; y que la edición del trabajo tiene la calidad requerida, se da lugar a la presentación y defensa pública de la Tesis, previo cumplimiento de los requisitos burocráticos vigentes.

Hay que destacar que, las materias optativas, para fines de coherencia, están agrupadas por áreas de estudio; se cursan cuatro 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 trabajo de tesis, 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, Ingeniería, Educación, etc. El estudiar alguna carrera paralela, especialmente si parece muy ajena, es 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.

13.1. Séptimo Semestre

13.1.1. MAT-371: Algebra Abstracta II

Identificación

Asignatura:	Algebra Abstracta II
Sigla:	MAT-371
Area Curricular:	Algebra
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-261
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los retículos, extensiones y teoría de Galois.

Objetivos generales

Desarrollar los conceptos y resultados fundamentales del orden y la teoría de ecuaciones y campos, asumiendo conocimientos básicos de grupos y anillos, como una continuación del Algebra Abstracta I.

Programa Sintético

Conjuntos Ordenados, Retículos y Axioma de Zorn; Cuerpos y Ecuaciones Algebraicas.

Contenidos analíticos

1. *Conjuntos Ordenados, Retículos y Axioma de Zorn:* 1.1 Conjuntos Ordenados 1.2 Cadenas 1.3 Elementos Notables 1.4 Semi retículos 1.5 Retículos, Definiciones Algebraicas 1.6 Retículos Distributivos 1.7 Retículos de Boole 1.8 Retículos Modulares 1.9 Conjuntos Inductivos 1.10 Axioma de Zorn 1.11 Aplicaciones 1.12 Equivalencias
2. *Cuerpos y Ecuaciones Algebraicas:* 2.1 Extensiones Simples 2.2 Cuerpo de Ruptura 2.3 Cuerpo de Descomposición 2.4 Extensiones Finitas 2.5 Elementos Algebraicos 2.6 Raíces de la Unidad 2.7 Campos de Galois 2.8 Teorema del Elemento Primo 2.9 Teorema de Wedderburn 2.10 Clausura Algebraica de un Cuerpo 2.11 Teorema de los ceros de Hilbert 2.12 Teoría de Galois

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 (primera parte)	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 2 (segunda parte)	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] P. Dubreil, M.L. Dubreil-Jacotin, *Lecciones de Algebra Moderna*, Ed. Reverté S.A.

13.1.2. MAT-372: Análisis II

Identificación

Asignatura:	Análisis 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-252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Problema (Por qué)

La teoría de la medida que se desarrolla en el curso, se la construye sobre un conjunto abstracto y una medida no necesariamente finita, lo cual extiende al clásico teoría de probabilidades que permite modelar el azar.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia es la teoría de la medida sobre espacios medibles abstractos y medida abstracta.

Objetivos Generales

Que el estudiante aprenda los conceptos de la teoría de la integral abstracta de Lebesgue.

Programa sintético

Funciones medibles. Medidas. La integral. Funciones integrables. Los espacios de Lebesgue L_p . Modos de convergencia. Descomposición de medidas. Generación de medidas. Medidas producto.

Contenidos analíticos

- Funciones medibles:* 1.1 Introducción, Los reales extendidos, Limite superior e inferior de sucesiones
1.2 Sigma algebras 1.3 Funciones medibles 1.4 Operaciones y límites de funciones medibles
- Medidas:* 2.1 Espacio de medida 2.2 Propiedades casi por doquier
- La integral:* 3.1 La integral de funciones simples y funciones positivas 3.2 Teorema de la convergencia monótona 3.3 Lema de Fatou 3.4 Propiedades de la integral
- Funciones integrables:* 4.1 Funciones integrables 4.2 Propiedades de positividad y linealidad de la integral 4.3 Teorema de la convergencia dominada de Lebesgue 4.4 Dependencia de parámetros
- Los espacios de Lebesgue L_p :* 5.1 Espacios normados 5.2 Desigualdades de Holder y de Minkowski
5.3 Completitud 5.4 El espacio L^∞
- Modos de convergencia:* 6.1 Convergencia en L_p , uniforme, casi por doquier 6.2 Convergencia en medida 6.3 Convergencia casi uniforme 6.4 Relaciones entre ellos
- Descomposición de medidas:* 7.1 Teoremas de descomposición de Hahn y de Jordan 7.2 Teorema de Radon Nikodim 7.3 Teorema de descomposición de Lebesgue
- Generación de medidas:* 8.1 Algebras y medidas 8.2 Extensión de medidas 8.3 Teoremas de extensión de Carathéodory y de Hahn 8.4 La medida de Lebesgue 8.5 Medidas de Lebesgue-Stieljes
- Medidas producto:* 9.1 La medida producto 9.2 Lema de la clase monótona 9.3 Teoremas de Fubini y Tonelli

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7, 8 y 9	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Bartle, *The Elements of Integration*.

13.1.3. 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-263
Carreras destinatarias:	Matemática

Problema (Por qué)

Desde el ciclo intermedio el alumno viene madurando las ideas sobre curvas y superficies en el espacio euclidiano, estas ideas son rescatadas para encontrar y desarrollar propiedades locales que hacen la distinción entre las diferentes geometrías, la cual se presenta en el teorema de Gauss- Bonnet.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las curvas diferenciables, superficies regulares y las propiedades intrínsecas de la geometría diferencial.

Objetivos Generales

Desarrollar la Geometría Diferencial a un nivel introductorio, basado en los conocimientos sobre curvas y superficies que el estudiante posee de cursos previos, para que estos sean extendidos a espacios euclidianos de mayor dimensión, de esta manera consolidar los conocimientos de Álgebra Lineal, topología y el Cálculo Diferencial (de una y más variables) para completar la formación del estudiante en el ámbito científico; además de mostrar la importancia y la utilidad de los teoremas centrales de la Geometría Diferencial como lo son los teoremas implícitos.

Programa sintético

Curvas Diferenciales. Superficies Regulares. La geometría de la Aplicación de Gauss. La geometría intrínseca de las superficies.

Contenidos analíticos

1. *Curvas Diferenciales:* 1.1 Introducción 1.2 Producto vectorial 1.3 curvatura y triedro de Frenet 1.4 Curvas convexas 1.5 Curvas de dimensión constante 1.6 Teorema de los cuatro vértices
2. *Superficies Regulares:* 2.1 Definición y ejemplos 2.2 Cambio de parámetros, superficies de nivel 2.3 Funciones diferenciables entre superficies, espacio tangente 2.4 Orientación 2.5 Areas, longitudes y ángulos 2.6 Primera forma fundamental 2.7 Función de Weingarten, curvatura, función exponencial
3. *La Geometría de la aplicación de Gauss:* 3.1 La aplicación de Gauss y su derivada 3.2 La segunda forma fundamental 3.3 Campos de vectores
4. *Geometría intrínseca de las superficies:* 4.1 Aplicación conforme e isometrías 4.2 El teorema Egregio de Gauss 4.3 Derivada covariante, transporte paralelo, curvatura geodésica 4.4 El teorema de la divergencia 4.5 Primera variación de área 4.6 El teorema de Gauss-Bonnet 4.7 El teorema de Hilbert

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 y 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Paulo Ventura Araújo, (1998), *Geometria Diferencial*, Colección Matemática Universitaria, Rio de Janeiro.
- [2] Manfredo P. do Carmo, (1971), *Elementos de Geometría Diferencial*, Ed. IMPA, Brasil.
- [3] Manfredo P. do Carmo, (1976), *Differential Geometry of Curvas and Surfaces*, Prentice-Hall, U.S.A.
- [4] J. A. Thorpe, (1979), *Elementary topic in Differential Geometry*, Springer-Verlay, U.S.A.

13.2. Octavo Semestre

13.2.1. MAT-381: Álgebra Homológica

Identificación

Asignatura:	Álgebra Homológica
Sigla:	MAT-381
Área Curricular:	Álgebra
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-371
Carreras destinatarias:	Matemática

Problema (Por qué)

Las categorías y funtores covariantes y contravariantes constituyen un conocimiento importante en la formación final del matemático, con el estudio de las cadenas en la homología, que permitirá llegar al estudiante a un nivel suficiente para su graduación como profesional competente en el mundo de la investigación matemática.

Objeto de la Materia

Los objetos de la materia son los módulos; categorías y funtores; como la homología y la cohomología.

Objetivos Generales

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.

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 \oplus ; Suma Directa Interna; Suma Directa y Torsión; $\text{Hom}(M, N)$; $\text{Hom}(M, N)$, Propiedades Distributivas, Hom , Prod, \oplus ; 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; \otimes y Hom , \otimes 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; Objeto inicial; Objeto Terminal; Objeto Cero 2.4 Bifuntores 2.5 Subcategoría; Subcategoría Plena 2.6 Productos; Coproductos; Productos Fibrados 2.7 Categorías Abelianas

3. *Algebra 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20%
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20%
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20%
Examen Final	Todos los Capítulos	25%
Prácticas	Todos	15%
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100%

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre* y *al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Emilio Lluís Puebla, *álgebra Homológica, Cohomología de Grupos y K-Teoría Algebraica Clásica*, Addison-Wesley Iberoamericana.
- [2] Mac Lane-Birkhoff, *Álgebra*.
- [3] Rottman, *Homological Álgebra*, Monografía No.16 OEA.
- [4] Cartan & Eilenberg, *Homological Algebra*.

13.2.2. MAT-382: Análisis Funcional I

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional I
Sigla:	MAT-382
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

Problema (Por qué)

Los conocimientos de Algebra Lineal en dimensión finita al generalizarse a dimensión infinita dan lugar a que se necesiten de conceptos topológicos, así el Análisis Funcional es una materia que consolida estos conocimientos.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los espacios vectoriales normados, de Banach, los espacios euclidianos, de Hilbert y los operadores continuos entre éstos.

Objetivos Generales

Generalizar los conceptos de Algebra 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 y los operadores entre éstos.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 auto-adjuntos, unitarios, normales.
- 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.
- 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	15%
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	15%
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	15%
Cuarto Parcial	Capítulo(s) 6 y 7	15%
Examen Final	Todos los Capítulos	25%
Prácticas	Todos	15%
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100%

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Erwin Kreyzig, (1978), *Introduction to Functional Analysis with 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.

13.3. Noveno Semestre

13.3.1. MAT-398: Seminario de Pre-Tesis

Identificación

Asignatura:	Seminario de Pre-Tesis
Sigla:	MAT-398
Area Curricular:	Pre-Tesis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Noveno Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana
Horas Prácticas:	10 por semana
Pre-Requisitos Formales:	Octavo Semestre
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos generales

Con la cooperación del profesor de la materia, el estudiante debe construir su perfil de tesis en un área de interés del alumno que después será presentado para su aprobación en el Honorable Consejo de Carrera.

Contenido del Perfil de Tesis

El perfil de tesis debe estar enmarcado en una temática no curricular del plan de estudios, cuyo detalle y formato debe expresar una suficiencia de propuesta de investigación con fines y objetivos acorde las características de la Carrera de Matemática de una Universidad Estatal. 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 perfil de tesis.

Usualmente el estudiante además de ser alumno de la materia de Seminario de Tre-Tesis en la cual expone sus propuestas al profesor durante el semestre, tiene un profesor ponente, tutor o guía del Trabajo de Tesis.

Para ser aprobado la materia, el perfil de tesis además de tener el visto bueno del profesor de la materia, debe ser aprobada por la comisión revisora del Honorable Consejo de Carrera de Matemática, quienes además darán el puntaje correspondiente previa corrección de todas las observaciones de la comisión.

Formato del Perfil de Tesis

Finalmente en la Carrera de Matemática existe un formato de presentación de perfil de tesis el cual debe ser recabado por el estudiante para su mejor ordenamiento de la presentación de su propuesta de investigación del trabajo de Tesis. (Ver Página 269 del Plan de Estudios)

13.4. Décimo Semestre

13.4.1. MAT-399: Seminario de Tesis

Identificación

Asignatura:	Seminario de Tesis
Sigla:	MAT-399
Area Curricular:	Tesis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana
Horas Prácticas:	20 por semana
Pre-Requisitos Formales:	MAT-398
Carreras destinatarias:	Matemática

Objetivos generales

Con la cooperación del profesor de la materia y el Tutor, el estudiante debe desarrollar su perfil de tesis aprobado por el Honorable Consejo de Carrera en el área de interés del alumno que después será presentado en sesiones de Seminario de Tesis ante un tribunal compuesto por profesores del area del trabajo.

Contenido de la Tesis

El trabajo de tesis es desarrollado por el estudiante en la temática aprobada por el Honorable Consejo de Carrera, donde debe ajustarse a los objetivos y metas planteados durante su propuesta de investigación en el Perfil de Tesis. El trabajo contendrá entre otros, una descripción de las investigaciones anteriores relativas al tema propuesto, el desarrollo del marco teórico de fundamentación previa a demostrar el tema central, el marco metodológico que permite alcanzar los objetivos de la investigación y finalmente las posibles aplicaciones y temas abiertos para una investigación futura para los propios matemáticos del área.

El trabajo de tesis, que por ahora es la única modalidad de graduación en la Carrera de Matemática, en lo posible no debe contener el desarrollo de temáticas curriculares, sin embargo se puede hacer las citaciones correspondientes en las justificaciones de sus demostraciones de teoremas. Pero todo tema no curricular que esté presente en el trabajo debe estar al menos sucintamente descrita si es tema colateral y totalmente desarrollada si es relativa al tema principal de investigación.

A la conclusión del borrador este trabajo será seguido por un tribunal de seminario de tesis compuesta por profesores del área y con el visto bueno de esta comisión el estudiante ya puede iniciar los trámites de *Defensa de Tesis* en las instancias correspondiente. Para el efecto la Carrera mediante sus órganos de gobierno conformará un tribunal de defensa de tesis, que revisará previamente el trabajo antes de su defensa y el tesista necesariamente hará las correcciones pedidas por el tribunal.

La calificación de la defensa de tesis que será la nota de esta materia es dado por el tribunal de defensa de tesis que deliberara inmediatamente después de la conclusión de la defensa y hará conocer de manera pública sus conclusiones en el *Acta de defensa de Tesis*.

Capítulo 14

Materias Electivas

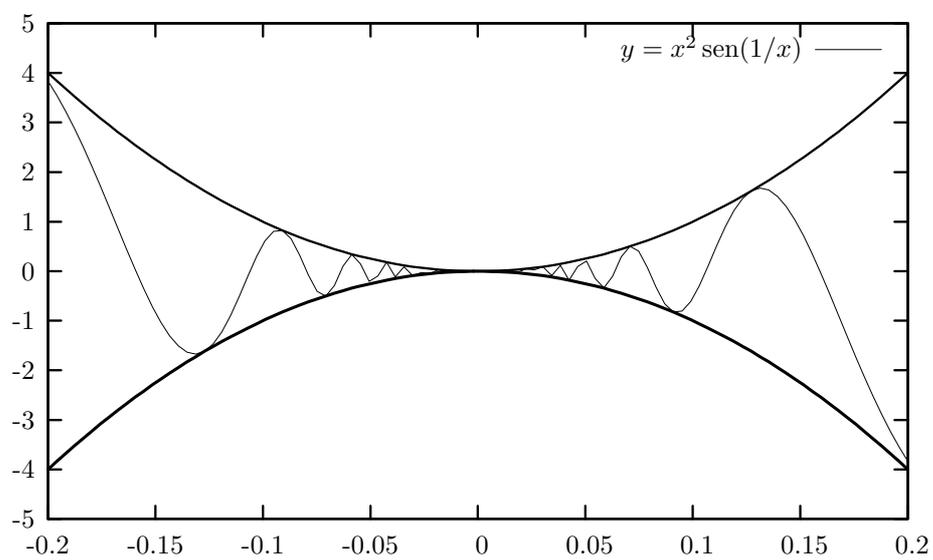


Figura 14.1: Función Diferenciable en el origen

El grupo de materias electivas 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 optativas 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 Tesis 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:

ELM-252	Introducción al Análisis Numérico
ELM-262	Análisis Matricial
ELM-251	Introducción a la Teoría de Números
ELM-253	Geometría No Euclidiana
ELM-263	Geometría Proyectiva
ELM-264	Programación Lineal y No Lineal
ELM-256	Investigación Operativa
ELM-266	Estadística Matemática
FIS-200	Física Básica III

14.1. Electivas de diversas Areas

14.1.1. ELM-252: Introducción al Análisis Numérico

Identificación

Asignatura:	Introducción al Análisis Numérico
Sigla:	ELM-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 Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

En los cursos de Álgebra, Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial Integral; se desarrollan elementos que se pueden aplicar en la resolución de muchos problemas. Pero, cuando se consideran problemas reales, los métodos teóricos generales ya estudiados, pueden ser insuficientes o de aplicación complicada. Por tanto, existe la necesidad de estudiar nuevos métodos de cálculo de estos elementos.

Objeto de la materia

Se trabaja sobre métodos relativos a Interpolación, sistemas de ecuaciones lineales, Integrales, y ceros de funciones.

Objetivos generales

El objetivo general es desarrollar métodos orientados a la programación en computador. Concretamente se trabaja sobre métodos de Interpolación, métodos de integración numérica, métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales, métodos que permitan encontrar raíces de funciones y métodos de búsqueda de puntos mínimos.

Programa Sintético

Análisis de Error, Interpolación, Integración y, ceros y puntos mínimos de funciones.

Contenidos Analíticos

- Análisis de error:* 1.1 Representación de números. 1.2 Errores de redondeo y aritmética de puntos flotantes. 1.3 Propagación de error.
- Interpolación:* 2.1 Interpolación por Polinomios. 2.2 Interpolación por Funciones Racionales. 2.3 Interpolación Trigonométrica. 2.4 Interpolación por funciones Spline.
- Tópicos de Integración:* 3.1 Las Fórmulas de Integración de Newton y Cotes. 3.2 La Representación de Error de Peano. 3.3 La Fórmula de Euler-Maclaurin. 3.4 Integración por Extrapolación. 3.5 Métodos de Integración Gaussiana. 3.6 Integrales con Singularidades.
- Sistemas de Ecuaciones Lineales:* 4.1 Eliminación Gaussiana. 4.2 El algoritmo de Gauss-Jordan. 4.3 La Descomposición de Cholesky. 4.4 Cotas de Error. 4.5 Análisis de Error de Redondeo para la Eliminación Gaussiana. 4.6 Error de Redondeo al Resolver Sistemas Triangulares. 4.7 Técnicas de Ortogonalización de Householder y Gram-Schmidt. 4.8 Ingreso de datos. 4.9 Técnicas de Modificación para Descomposiciones de Matrices. 4.10 El Método Simplex.

5. *Búsqueda de ceros y Puntos Mínimos por Métodos Iterativos:* 5.1 El desarrollo de Métodos Iterativos. 5.2 Teoremas Generales de Convergencia. 5.3 Convergencia del Método de Newton en varias variables. 5.4 Método de Newton Modificado. 5.5 Aplicación del Método de Newton al Cálculo de Raíces de Polinomios. 5.6 Sucesiones de Sturm y el Método de Bisección. 5.7 Método de Bairstow. 5.8 Métodos de Interpolación para Determinar Raíces. 5.9 El Método Δ^2 de Aitken. 5.10 Problemas de Minimización sin Restricciones.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales. La evaluación es formativa, periódica y sumativa, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulos 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulos 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo %
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] J. Stoer, R. Bulirsch, (1992), *Introduction to Numerical Analysis*, Springer-Verlag, New York, USA.
- [2] Kendall E. Atkinson, (1978), *An Introduction to Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.

14.1.2. ELM-262: Análisis Matricial

Identificación

Asignatura:	Análisis Matricial
Sigla:	ELM-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-141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Efectuar el tratamiento del Análisis Matricial con la perspectiva de ampliar los conocimientos básicos del estudiante visto en alguna parte del Álgebra Lineal. El interés es conducir a temas tales como: métodos variacionales, teoría de la perturbación, inversas generalizadas, teoría de la estabilidad, etc., con claras aplicaciones en ingeniería, física, economía y estadística.

Programa Sintético

Álgebra de Matrices. El método variacional. Normas de matrices y cotas de autovalores. Teoría de la perturbación. Inversas generalizadas de una matriz. Problemas de estabilidad.

Contenidos Analíticos

- 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 1.7 La descomposición en valores singulares 1.8 La descomposición CS
- 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
- Teoría de la Perturbación:* 3.1 Perturbaciones en la solución de ecuaciones lineales 3.2 Perturbación analítica
- Ecuaciones lineales de matrices e Inversas generalizadas:* 4.1 Soluciones de ecuaciones lineales de matrices 4.2 Inversa generalizada 4.3 La inversa de Moore–Penrose
- Problemas de estabilidad:* 5.1 La teoría de estabilidad de Lyapunov 5.2 Estabilidad con respecto a la circunferencia unitaria
- Matrices no negativas:* 6.1 Matrices irreducibles 6.2 Matrices no negativas e inversa de matrices no negativas 6.3 Los teoremas de Perron–Frobenius 6.4 Matrices reducible y primitivas

Modalidad de Evaluación

La evaluación de la materia considera 100 puntos totales con nota de aprobación ≥ 51 puntos. La evaluación se llevará a cabo en tres exámenes parciales de 20 ptos/cu cuyo material cubrirá dos capítulos del programa sintético, 15 puntos en ejercicios de práctica y 25 puntos en un examen final que cubrirá preguntas de la materia en general.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post

grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] P. Lancaster, M. Tismenetsky, (1998), *The theory of Matrices*, Academic Press Inc. New York
- [2] G. W. Stewart, J. Sun, (1990), *Matrix Perturbation Theory*, Academic Press, Inc. San Diego
- [3] F. R. Gantmacher, (1960), *The Theory of Matrices* Chelsea Publishing Company, New York

14.1.3. ELM-251: Introducción a la Teoría de Números

Identificación

Asignatura:	Introducción a la Teoría de Números
Sigla:	ELM-251
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Quinto a 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 Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

La teoría de números ha ocupado siempre una posición peculiar respecto de las distintas ramas de la matemática por su reputación del ser difícil y por estar revestida de un aura de cierto misterio. Es sin embargo, única en cuanto a campo de experimentación de la imaginación. Como y lo señalaron Hilbert y Hardy, la teoría de números es fundamental para el entrenamiento matemático inicial. Desde el comienzo es aparente su esquema coherente, riguroso y de extrema profundidad. La teoría de números no es propia de ningún nivel educativo en especial y aún en la escuela primaria su potencialidad no ha sido realmente evaluada y aprovechada.

La aritmética es una ciencia cotidiana, capaz de atraer a cualquier personal que posea sólo un poco de curiosidad. Observemos como las revistas de entretenimientos numéricos llaman la atención de mucha gente y a veces con poca instrucción. Porque no explorar ese germen de curiosidad que posee la gente joven y los niños en especial.

Hay que evitar llenar la cabeza de los alumnos con fórmulas y teoremas sin darles la oportunidad de pensar libremente, invitándolos a imaginar. La verdadera fuerza de la matemática es la creación: luego, si se quiere se puede hablar de rigor, formalismo, didáctica o lo que sea. La aritmética no termina allí, se puede profundizar ad infinitum. La ciencia de la computación es un aliado valiosísimo para experimentar con problemas y conjeturas. La evolución de la computación a hecho que la aritmética deje de ser una ciencia contemplativa y de especialistas para transformarse en una verdadera rama aplicada. La necesidad de nuevos algoritmos de computación requiere vastos y profundos conocimientos aritméticos.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es la teoría de números con los números enteros.

Objetivos generales

Presentar en un nivel de introducción temas seleccionados de una de las más interesantes y estimulantes áreas de la matemática. Ofrecer al alumno una mejor oportunidad para mostrar su ingeniosidad en el desarrollo y uso de una gran variedad de métodos de demostración. Proporcionar los conocimientos básicos de la teoría elemental de números y crear una mentalidad de trabajo independiente.

Objetivos Específicos

Introducir los conceptos básicos de la teoría elemental de números tales como la divisibilidad, el Máximo común divisor y los números primos y compuestos. Presentar la teoría y métodos de resolución de las congruencias, lineales teoremas de Euler, Fermat y Wilson, y el teorema chino del resto. Analizar las congruencias cuadráticas y su resolución, la ley de reciprocidad cuadrática y los símbolos de Jacobi y Legendre. Establecer los criterios para la resolución, de ecuaciones diofantinas. Desarrollarlos números racionales e irracionales en fracciones continuas simples.

Desarrollar rigurosamente los elementos fundamentales de la divisibilidad en los enteros. Desarrollar técnicas para resolver ecuaciones en congruencias y estudiar las funciones teóricas de números. Estudiar los números perfectos y de Fibonacci.

Programa Sintético

Teoría de la Divisibilidad en los Enteros. Teoría de Congruencias. Teorema de Fermat. Funciones Teóricas de Números. Generalización de Euler para el Teorema de Fermat. Raíces Primitivas e Índices. Ley de la Reciprocidad Cuadrática. Números Perfectos y de Fibonacci.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de la Divisibilidad en los Enteros:* 1.1 El Algoritmo de la división 1.2 MCD y el Algoritmo de Euclides 1.3 Ecuaciones Diofantinas 1.4 Números Primos y Teorema Fundamental de la Aritmética
2. *Teoría de Congruencias:* 2.1 Aritmética de Congruencias 2.2 Test de Divisibilidad 2.3 Congruencias Lineales
3. *Teorema de Fermat:* 3.1 Método de factorización de Fermat 3.2 Pequeño Teorema de Fermat 3.3 Teorema de Wilson
4. *Funciones Teóricas de Números:* 4.1 Las funciones τ y σ 4.2 la Fórmula de inversión de Möebius 4.3 La función Máximo Entero
5. *Generalización de Euler para el Teorema de Fermat:* 5.1 La función ϕ de Euler 5.2 Teorema de Euler 5.3 Propiedades de la Función ϕ
6. *Raíces Primitivas e Índices:* 6.1 El orden de un entero módulo n 6.2 Raíces primitivas de primos 6.3 Composición 6.4 Teoría de Índices
7. *Ley de la Reciprocidad Cuadrática:* 7.1 Criterio de Euler 7.2 El símbolo de Legendre 7.3 Reciprocidad Cuadrática 7.4 Congruencias Cuadráticas
8. *Números Perfectos y de Fibonacci:* 8.1 Números Perfectos 8.2 Números de Mersenne 8.3 Números de Fermat 8.4 Secuencia de Fibonacci 8.5 Propiedades

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 y 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

En la literatura pedagógica aparecen una serie de métodos activos de la enseñanza y aprendizaje que en general permiten conducir el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma tal que los alumnos tengan la posibilidad de valorar problemas, e ir a la búsqueda de la solución, intercambiar ideas, opiniones, experiencias y argumentar decisiones, lo que también contribuirá el desarrollo de su expresión oral y escrita.

Estos métodos aplicados de forma consecuente a la formación por etapas de las acciones mentales, permiten el logro de mejores resultados en las acciones que se desean formar en los alumnos.

Por otra parte el profesor tiene la posibilidad de modelar tareas y simular situaciones que vinculen el objeto de estudio del tema con la futura actividad profesional del alumno, independientemente de la asignatura que se trate y de la etapa de proceso de asimilación por la cual esté transitando, lo que si requiere una gran creatividad y adecuada elaboración.

Entre los métodos activos más conocidos se encuentran: Método de situaciones. Método de discusión. Método de simulación. Método problémico. Método de grupos para la solución creativa de problemas. Método de elaboración conjunta.

Bibliografía

- [1] David Burton, *Elementary Number Theory*
- [2] W. LeVeque, *Elementary Theory of Numbers*
- [3] Vinogradov, *Teoría de los Números*
- [4] Sukerman, *Teoría de Números*

14.1.4. ELM-253: Geometría No Euclidiana

Identificación

Asignatura:	Geometría No Euclidiana
Sigla:	ELM-253
Area Curricular:	Geometría y Topología
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

Problema

El problema del axioma de las paralelas, o como lo expresó el matemático francés Jean Le Rond D’Alembert, “el escándalo de la geometría”, preocupa a los matemáticos de todos los períodos desde los tiempos griegos hasta 1800. La verdad que llegó a destruir la pretendida verdad fue vista claramente por el más grande de los matemáticos del siglo XIX, Karl Friedrich Gauss (1777-1855)

Primera observación: Consistió en percibir que el axioma de las paralelas es independiente de los otros nueve axiomas, es decir, que es lógicamente posible escoger axioma contradictorio al de las paralelas y usarlo en conjunción con los otros nueve axiomas de Euclides para deducir teoremas de una nueva geometría.

Segunda Observación: Consistía en que la geometría no euclídea podría ser usada para representar el espacio físico con tanto derecho como la geometría euclídea.

Las implicaciones de la geometría no euclídea son drásticas. Si ambas, geometría euclídea y no euclídea pueden representar el espacio físico igualmente bien, ¿en qué consiste la verdad acerca del espacio y de las figuras en el espacio?

Objeto de la Materia

En los Elementos, toda la geometría, reunión hasta entonces de reglas empíricas para medir o dividir figuras se convierte en ciencia deductiva. Se condensa toda ella en unos pocos postulados, de los cuales deriva el resto por sucesivos razonamientos lógicos. Lo que antes era empírico se convierte en obra del discurso y del pensamiento; la razón suple, como instrumento, a los sentidos.

Elevada la geometría a este nivel, quedaba automáticamente al descubierto la posibilidad de muchas variantes; bastaba sustituir los postulados de partida por otros, para tener nuevas geometrías. Fueron las denominadas, más tarde, geometrías no euclidianas, pero cuya existencia estaba implícita en la misma obra de Euclides.

Más propiamente, por costumbre se ha reservado el nombre de geometrías no euclidianas para las que conservan todos los postulados de Euclides menos uno de ellos, el denominado postulado de las paralelas. En tal sentido, el objeto no va a ser edificar toda la geometría a partir de los nuevos postulados, sino, tomar la cuestión desde un punto de vista superior, aunque distinto del histórico, exponer con detalle dichas geometrías tal como aparecen encuadradas en el marco de la geometría proyectiva, es decir, siguiendo el modelo dado para las mismas por Félix Klein.

Objetivos generales

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.

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.

Modalidad de Evaluación

Modalidad de la evaluación: Cualitativa y Cuantitativa

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	10 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	10 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4	10 %
Cuarto Parcial	Capítulo(s) 5	10 %
Examen Final	Todos los Capítulos	20 %
Trabajo Final	Todos	20 %
Prácticas	Todos	20 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Estrategias de Aprendizaje Problemático: Dialogada, Heurística, Programada, demostrativa, Algorítmica, Investigativa.

Medios: Material impreso, Modelos, Carteles, Acetato, Guía de trabajo, Glosario de términos.

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] Smogorzliński 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.

14.1.5. ELM-263: Geometría Projectiva

Identificación

Asignatura:	Geometría Projectiva
Sigla:	ELM-263
Area Curricular:	Geometría y Topología
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-123
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

La geometría projectiva ha tenido un alcance importante en la investigación matemática actual en otros campos. La proyección y la sección son lo que se denomina una transformación y se buscan invariantes frente a esta transformación. Los matemáticos se preguntaron: ¿Hay otras transformaciones más generales que la proyección y sección, cuyas propiedades invariantes pueden ser estudiadas?. Recientemente se ha desarrollado una nueva geometría, siguiendo esta línea de pensamiento, a saber, la topología.

Objeto de la Materia

El trabajo de los geómetras projectivos ha tenido una influencia importante en la física moderna. Prepararon el camino de los investigadores en teoría de la relatividad, que trataban de encontrar leyes del universo que fueran invariantes frente a transformaciones del sistema coordinado de un observador a otro. Fueron los geómetras projectivos y otros matemáticos quienes inventaron el cálculo tensorial, que resultó ser el medio más conveniente para expresar leyes científicas invariantes. Ninguna rama de la matemática puede competir con la geometría projectiva en originalidad de ideas, coordinación de intuición en el descubrimiento y rigor en la demostración, pureza de pensamiento, acabamiento lógico, elegancia de demostración y alcance de conceptos. La ciencia nacida del arte resulto ser ella misma un arte.

Objetivos generales

La geometría pura, edificada en base a los métodos clásicos, va perdiendo interés y va desapareciendo de los planes de estudio de cualquier carrera universitaria. En tal sentido, se consideran los siguientes objetivos:

1. 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.
2. 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.
3. Caracterizar el espacio projectivo de n dimensiones sobre un cuerpo general a través de la geometría projectiva 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.
4. Valorar que la geometría projectiva 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.

Programa Sintético

Introducción. El Espacio Projectivo. Projectividades y Correspondencias Staudtianas entre Puntuales Sobre Cuerpos Conmutativos. El Plano Projectivo Real. Cuádricas.

Contenido Analítico

1. *Introducción:* 1.1 Consideraciones generales. 1.2 Estructuras algebraicas. 1.3 Leyes de composición. 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 afín de las cuádricas. 5.4 Número de puntos de las cuádricas 5.5 Problemas diofánticos. 5.6 Cónicas en planos proyectivos finitos. 5.7 Geometrías finitas. 5.8 Problemas de aplicación.

Modalidad de Evaluación

Modalidad de la evaluación: Cualitativa y Cuantitativa

Examen	Temas	Ponderación
4 Parciales	De un Tema	c/u 10 %
Examen Final	Todos los Capítulos	20 %
Trabajo Final	Todos	20 %
Prácticas	Todos	20 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Estrategias de Aprendizaje Problemático: Dialogada, Heurística, Programada, demostrativa, Algorítmica, Investigativa.

Medios: Material impreso, Modelos, Carteles, Acetato, Guía de trabajo, Glosario de términos.

Bibliografía

- [1] Santaló Luis A., (1966), *Geometría Proyectiva*, Ed. EUDEBA, Bs. Aires, Argentina.
- [2] Eves Howard, (1964), *Estudio de las Geometrías I y II*, Ed. UTEMA, México.
- [3] Ayres Frank, (1971), *Geometría Proyectiva*, Ed. Mc Graw-Hill, Colombia.
- [4] Kline Morris, (1998), *Matemática para los Estudiantes de Humanidades*, Ed. FCE, México.

14.1.6. ELM-264: Programación Lineal y No Lineal

Identificación

Asignatura:	Programación Lineal y No Lineal
Sigla:	ELM-264
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-141
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Problema (Por qué)

En todos los procesos de la vida para la mejor administración de nuestros recursos estamos frente a un problema de optimización, lo cual debe ser estratégicamente estudiada bajo ciertas restricciones, pues de lo contrario se llegaría a tener malos beneficios provocando pérdidas para nuestra misma sobrevivencia.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia es la optimización con restricciones de igualdad y desigualdades.

Objetivos Generales

Comprender y desarrollar la teoría de optimización de funciones convexas lineales y no-lineales sobre conjuntos convexos con restricciones de igualdad y desigualdad según el Lagrangeano y condiciones de Karush-Kuhn-Tucker, respectivamente y condiciones suficientes para el óptimo.

Programa sintético

Conjuntos Convexos. Funciones Convexas. Generalización de Funciones Convexas. Optimización Lagrangeana. Dualidad y Optimalidad de Puntos Silla. El caso Lineal: Programación Lineal

Contenidos analíticos

1. *Conjuntos convexos:* 1.1 Introducción 1.2 Conjuntos Convexos 1.3 El casco Convexo de un conjunto 1.4 Algunas propiedades topológicas de conjuntos convexos 1.5 Separación y soporte de conjuntos convexos y teoremas alternativos
2. *Funciones Convexas:* 2.1 Funciones Convexas 2.2 El epígrafo y el hipógrafo de una función convexa 2.3 La derivada direccional y el subgradiente 2.4 Funciones convexas diferenciables 2.5 Máximos y Mínimos de una función convexa
3. *Generalización de Funciones Convexas:* 3.1 Funciones Cuasi-convexas 3.2 Funciones Pseudo-convexas 3.3 Relaciones entre funciones Pseudo-convexas y funciones cuasi-convexas y caracterizaciones adicionales
4. *Optimización Lagrangeana:* 4.1 Optimización Clásica 4.2 Condiciones necesarias de optimalidad para problemas con restricciones especificadas por igualdades y desigualdades 4.3 Condiciones Suficientes
5. *Dualidad y Optimalidad de Puntos Silla:* 5.1 El dual del problema de Programación No Lineal 5.2 Interpretación geométrica del problema dual 5.3 Una interpretación económica del Lagrangeano y del problema dual 5.4 Puntos Silla 5.5 Puntos Silla del Lagrangeano y Dualidad 5.6 El Resultado Débil de Dualidad 5.7 Funciones Convexas Diferenciables 5.8 La Brecha de Dualidad y los teoremas de inexistencia de la Brecha y de Dualidad Convexa 5.9 Inexistencia y No acotamiento 5.10 Condiciones de optimalidad de punto silla 5.11 La relación entre las distintas condiciones de optimalidad

6. El caso Lineal: Programación Lineal: 6.1 Teoremas Fundamentales de la Programación Lineal

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Marquez, Diez-Canedo, (1987), *Fundamentos de Optimización* Ed. Limusa, México.
- [2] O. Armitano, J. Edelma y U. Palomares, (1985), *Programación No-Lineal*, Ed. Limusa, México.
- [3] Bazaara, (1985) *Programación Lineal y Flujo de Redes*, Ed. Limusa.
- [4] K. Mathur y D. Solow, (1996), *Investigación de operaciones* Prentice Hall Hispanoamericana, México.

14.1.7. ELM-256: Investigación Operativa

Identificación

Asignatura:	Investigación Operativa
Sigla:	ELM-256
Area Curricular:	Estadística Matemática
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-144
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Desarrollar la teoría y sus métodos de resolución de problemas de programación lineal, programación entera y una introducción a problemas no lineales.

Dar a conocer al estudiante, que a muchos problemas reales complejos se puede asociar modelos de programación lineal los cuales sean capaces de resolver dichos problemas, para esto proporcionar varias técnicas de programación lineal, ver sus ventajas y desventajas, y llegar a obtener modelos que permitan optimizar los recursos, maximizando beneficios y minimizando costos.

Programa Sintético

Introducción. Programación Matemática. Conceptos básicos del algebra matricial. Programación Lineal. El Dual y Análisis de Post Optimalidad. Análisis de Post-Optimalidad o Sensibilidad. Modelo de Transporte. Modelos de Asignación. Modelos de Programación Entera.

Contenidos analíticos

- Introducción:* 1.1 Definición de Investigación de Operaciones 1.2 Resumen histórico 1.3 Importancia de la Investigación Operativa 1.4 Arte de modelar 1.5 Ejemplos y aplicaciones
- Programación Matemática:* 2.1 Problemas de optimización 2.2 Programación lineal 2.3 Programación meta lineal 2.4 Programación entera 2.5 Planteamiento del problema 2.6 Convención para las soluciones 2.7 Método exhaustivo
- Conceptos Básicos del Algebra Matricial:* 3.1 Combinaciones convexas 3.2 Conjuntos convexas 3.3 Soluciones de un punto extremo 3.4 Soluciones básicas factibles
- Programación Lineal:* 4.1 Introducción 4.2 Solución a problemas a dos variables por el método gráfico 4.3 El método Simplex 4.4 Desarrollo del método Simplex 4.5 Pasos para el desarrollo del Simplex 4.6 Forma estándar 4.7 Condiciones de no-negatividad 4.8 Variables de holgura 4.9 Variables superfluas 4.10 Variables artificiales 4.11 Variantes de las aplicaciones del método Simplex 4.12 Problemas y aplicaciones
- El Dual y Análisis de Post Optimalidad:* 5.1 Introducción 5.2 definición del problema dual 5.3 Duales simétricos 5.4 Duales asimétricos 5.5 La solución dual óptima en la tabla del Simplex 5.6 Propiedades importantes entre el Primal y su Dual asociado 5.7 Método Simplex dual
- Análisis de Post Optimalidad o Sensibilidad:* 6.1 Importancia del análisis de sensibilidad 6.2 Análisis de sensibilidad y programación paramétrica 6.3 Análisis geométrico y matemático 6.4 Algoritmos de programación entera 6.5 Método de la descomposición lineal 6.6 Técnicas de cota inferior y superior 6.7 Aplicaciones
- Modelo de Transporte:* 7.1 Introducción 7.2 El problema del transporte 7.3 La estructura de transporte 7.4 El algoritmo de transporte 7.5 Problemas de transporte degenerados 7.6 Métodos de la esquina Noreste, maximización y minimización 7.7 Método de aproximación de Vogel, maximización y minimización 7.8 Pruebas de optimalidad y degeneración 7.9 Tratamiento de la degeneración 7.10 Problemas de trasbordo 7.11 Aplicaciones

8. *Modelo de Asignación:* 8.1 Introducción 8.2 Importancia de problema de asignación 8.3 Asignación caso maximización 8.4 Asignación caso minimización 8.5 Aplicaciones
9. *Modelos de programación entera:* 9.1 Solución mediante el método gráfico 9.2 Algoritmo de bifurcación y acotación 9.3 Algoritmo de corte 9.4 Método de Gomory 9.5 Método de Gomory mixto 9.6 Aplicaciones

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2, 3 y 4	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7, 8 y 9	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Hamdy A. Taha, *Investigación de Operaciones*.
- [2] Juan Prawda, *Método de Modelos de la Investigación de Operaciones*, Volumen I.

14.1.8. ELM-266: Estadística Matemática

Identificación

Asignatura:	Estadística Matemática
Sigla:	ELM-266
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-144
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

Muchas técnicas de estimación de modelos requieren herramientas de decisión sobre un mejor modelo que se ajusta a los datos, además de que estos procedimientos deben ser adecuadamente fundamentados formalmente.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia es presentar la Estadística, incluyendo la Teoría de Probabilidades, desde una perspectiva matemática con énfasis en la generalidad, la precisión del lenguaje y la integración de resultados acorde a los supuestos adoptados.

Objetivos generales

Presentar la teoría de probabilidades en un contexto general de la teoría de la medida. Presentación de las distintas distribuciones de probabilidades usuales. Desarrollo de la teoría de estimación incluyendo la distinción conceptual entre el enfoque clásico y el Bayesiano. Desarrollo de la teoría de las Pruebas de Hipótesis.

Programa Sintético

Introducción. Modelo Probabilístico de Kolmogorov. Probabilidad Condicional e Independencia estocástica. Algunas distribuciones especiales. Distribuciones de funciones de variables aleatorias. Distribuciones límite. Estimación puntual y por intervalos. Dócima de hipótesis.

Contenidos analíticos

- Introducción:* 1.1 Modelo probabilístico equiprobable 1.2 Modelos probabilístico frecuentista
- Modelo Probabilístico de Kolmogorov:* 2.1 Estructura de σ -álgebra 2.2 Espacio Medible 2.3 Medida en general 2.4 Medida de probabilidad 2.5 Espacio Medible Probabilístico 2.6 Generación de σ -álgebra 2.7 Transformaciones medibles 2.8 Variables aleatorias 2.9 Funciones de distribución como una medida inducida por una variable aleatoria restringida
- Probabilidad Condicional e Independencia Estocástica:* 3.1 Probabilidad condicional 3.2 Distribuciones marginales y condicionales 3.3 El coeficiente de correlación 3.4 Independencia estocástica
- Algunas Distribuciones Especiales:* 4.1 Distribución: Binomial, Trinomial y Multinomial 4.2 Distribución Poisson 4.3 Distribución Gamma y Chi-Cuadrado 4.4 Distribución Normal 4.5 Distribución Normal Bivariada
- Distribuciones de Funciones de Variables Aleatorias:* 5.1 Muestra aleatoria 5.2 Transformación de variables discretas 5.3 Transformación de variables continuas 5.4 Distribución t -Student y F -Fisher. 5.5 Distribución de otros estadísticos 5.6 Técnica de cambio de variable 5.7 Técnica de función generadora de momentos 5.8 Distribuciones muestrales de la media muestral y de la varianza muestral 5.9 Esperanza de funciones de variables aleatorias

6. *Distribuciones Límite*: 6.1 Distribuciones límite 6.2 Convergencia estocástica 6.3 Convergencia límite con función generadora de momentos 6.4 El teorema central del límite
7. *Estimación*: 7.1 Estimación puntual 7.2 Medidas de cualidad de estimadores 7.3 Intervalos de confianza para la media de una muestra 7.4 Intervalos de confianza para la diferencia de medias de dos muestras 7.5 Intervalo de confianza para la varianza de una muestra 7.6 Estimación bayesiana
8. *Décima de Hipótesis*: 8.1 Definiciones y ejemplos 8.2 Prueba de la media con varianza conocida y desconocida 8.3 Prueba de comparación de dos medias con varianzas conocidas, desconocidas iguales y desconocidas desiguales. 8.4 Prueba de igualdad de varianzas 8.5 Pruebas óptimas 8.6 Pruebas uniformemente más potentes 8.7 Prueba de razón de verosimilitud

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 6 y 7	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Robert V. Hogg & Allen T. Craig, (1970), *Introduction to Mathematical Statistics*, Fourth Edition, Macmillan Publishing Co. London.

14.1.9. FIS-200: Física Básica III

Identificación

Asignatura:	Física Básica III
Sigla:	FIS-200
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-102
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 generales

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.

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

- 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
- 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
- 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
- Potencial Eléctrico:* 4.1 Diferencia de potencial y función potencial 4.2 Dedución 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
- 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.
- 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
- 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 Ampère
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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 al 4	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 5 al 8	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 9 al 13	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Eisberg 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.

Capítulo 15

Materias Optativas

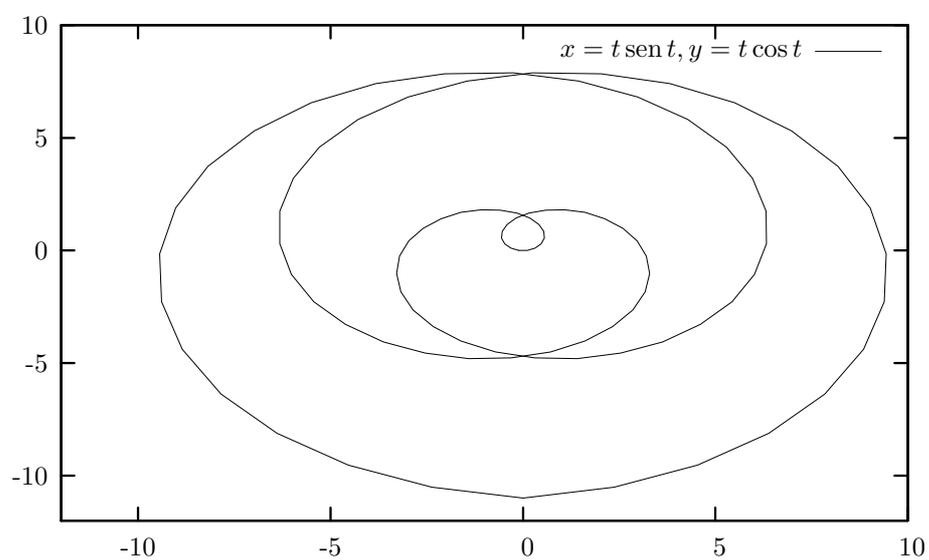


Figura 15.1: Ecuaciones paramétricas

MATERIAS OPTATIVAS:

OPM-380	Lógica Matemática
OPM-381	Teoría de Números
OPM-301	Geometría Algebraica
OPM-391	Álgebra Conmutativa
MAT-301	Tópicos de Álgebra
OPM-382	Análisis Complejo II
OPM-392	Análisis Funcional II
MAT-302	Tópicos de Análisis
OPM-384	Análisis Numérico
OPM-385	Ecuaciones Diferenciales
OPM-305	Sistemas Dinámicos
OPM-395	Ecuaciones Diferenciales Parciales
OPM-383	Variedades Diferenciables
OPM-393	Topología Algebraica
OPM-303	Topología Diferencial
MAT-303	Tópicos de Geometría y Topología
OPM-386	Teoría de Probabilidades
OPM-396	Procesos Estocásticos
FIS-206	Física Moderna
FIS-282	Mecánica Cuántica
OPM-387	Teoría de la Computación
OPM-300	Filosofía de La Matemática
OPM-390	Historia de la Matemática
EST-386	Modelos Lineales
EST-384	Análisis de Series de Tiempo Univariado
EST-394	Análisis de Series de Tiempo Multivariado
EST-396	Análisis Multivariante
MAT-304	Modelos Matemáticos Aplicados

15.1. Optativas Algebraicas

15.1.1. OPM-380: Lógica Matemática

Identificación

Asignatura:	Lógica Matemática
Sigla:	OPM-380
Area Curricular:	Lógica
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-251
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

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.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación por lo general es *formativa periódica y sumativa*, con controles permanentes y/o los exámenes parciales y con un examen final.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

15.1.2. OPM-381: Teoría de Números

Identificación

Asignatura:	Teoría de Números
Sigla:	OPM-381
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Octavo Semestre, Ciclo Intermedio
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	ELM-251
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

La Teoría de Números es tan basta y rica que un curso no puede hacer justicia a todas sus partes. Problemas que han fascinado a generaciones de matemáticos aficionados y profesiones se discute junto con algunas de técnicas para resolverlos.

En los últimos doscientos años, o sea los tiempos de Gauss, ha existido un desarrollo intenso de la asignatura en muchas direcciones. Es imposible dar en pocas páginas una clara exposición de los tipos de problemas de sus partes requieren un profundo conocimiento de matemáticas superiores. A pesar de todo, existen muchos problemas de Teoría de Números que resulta muy fácil enunciarlos.

Existen centenares de problemas no resueltos en Teoría de Números. Aparecen problemas nuevos más rápidamente que se resuelven los antiguos, y muchos de los antiguos llevan siglos sin resolverse. Como dijo un vez el matemático Sierpinski, “... el progreso de nuestro conocimiento de los números avanza no sólo por lo que de ellos ya conocemos, sino también porque nos damos cuenta de lo que todavía de ellos desconocemos”.

Finalmente, la Teoría de Números se ocupa del estudio de las propiedades de los números enteros. La Teoría Analítica de los Números, en la cual conjuntamente con los métodos propios se utiliza el apartado analítico de la Matemática.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es la teoría algebraica de números.

Objetivos generales

1. Dar a conocer a los alumnos los problemas centrales de la Teoría Analítica de los Números.
2. Plantear la solución de tales problemas por los métodos fundamentales de la Teoría Analítica de los Números: el método de integración compleja, el método de las sumas trigonométricas de I. M. Vinigrádov.
3. Proponer los problemas de tal modo que precisen los teoremas demostrados o que sirven de introducción al círculo de las nuevas ideas de la teoría moderna de los números.

Objetivos Específicos

1. Desarrollar los problemas de la distribución de los números primos en la serie natural y en las progresiones aritméticas, el problema de Ch. Goldbach y el problema de E. Warning.
2. Introducir varias funciones aritméticas que juegan un papel importante en el estudio de las propiedades de la divisibilidad de enteros y en la distribución de primos.
3. Discutir las demostraciones del teorema del número primo según métodos utilizados para desarrollarlas.

4. Desarrollar la teoría de los caracteres de Dirichlet para tratar el problema de los primos en progresiones aritméticas.
5. Analizar las propiedades generales de las series de Dirichlet y la versión analítica del Teorema Fundamental de la Aritmética.
6. Proporcionar una demostración analítica del Teorema del Número primo basada en las propiedades de la función zeta de Riemann.

Programa Sintético

Funciones aritméticas y producto de Dirichlet. Teorema elemental sobre la distribución de los números primos. Teoría de caracteres de Dirichlet. Series de Dirichlet y productos de Euler. Demostración del teorema del número primo.

Contenidos analíticos

1. *Funciones aritméticas y producto de Dirichlet:*
2. *Teorema elemental sobre la distribución de los números primos:*
3. *Teoría de caracteres de Dirichlet:*
4. *Series de Dirichlet y productos de Euler:*
5. *Demostración del teorema del número primo:*

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica y sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 y 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Tom. M. Apostol, *Introducción a la Teoría Analítica de los Números*, Ed. Reverté S.A.
- [2] A.A. Kartsuba, *Fundamentos de la Teoría de los Números*, Ed. MIR, Moscú.

15.1.3. OPM-301: Geometría Algebraica

Identificación

Asignatura:	Geometría Algebraica
Sigla:	OPM-301
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-371
Carreras destinatarias:	Matemática

Problema (Por qué)

Es una asignatura optativa del ciclo de orientación, de modo que tiene fundamentos basados en las variedades, ideales, conjuntos algebraicos y teoremas fundamentales que permiten al estudiante profundizar las nociones de la geometría diferencial probablemente hasta plantear temas de investigación.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las variedades afines, variedades proyectivas y Curvas algebraicas.

Objetivos Generales

Desarrollar, como una consistente introducción al importante y fértil campo de la Geometría Algebraica, elementos de la Teoría de Curvas Algebraicas, sin apelar a demasiados prerrequisitos.

Programa sintético

Conjuntos Algebraicos Afines. Variedades afines. Propiedades Locales de las Curvas Planas. Variedades Proyectivas. Curvas Proyectivas Planas.

Contenidos analíticos

1. *Conjuntos Algebraicos Afines:* 1.1 Algunas nociones preliminares 1.2 Espacios afines y Conjuntos Algebraicos 1.3 El Ideal de un Conjunto de Puntos 1.4 El Teorema Fundamental de Hilbert 1.5 Componentes Irreducibles de un Conjunto Algebraico 1.6 Subconjuntos Algebraicos del Plano 1.7 Teorema de ceros de Hilbert 1.8 Condiciones de finitud 1.9 Elementos enteros 1.10 Cuerpos de Extensión
2. *Variedades afines:* 2.1 Anillo de Coordenadas 2.2 Aplicaciones Polinómicas 2.3 Cambios de Coordenadas 2.4 Funciones Racionales y Anillos Locales 2.5 Anillos de valoración discreta 2.6 Formas 2.7 Operaciones con Ideales 2.8 Ideales con finitos ceros 2.9 Módulo Cociente y Sucesiones Exactas 2.10 Módulos Libres
3. *Propiedades Locales de las Curvas Planas:* 3.1 Puntos Múltiples y Rectas Tangentes 3.2 Multiplicidades y Anillos Locales 3.3 Números de Intersección
4. *Variedades Proyectivas:* 4.1 Espacio Proyectivo 4.2 Conjuntos Algebraicos Proyectivos 4.3 Variedades Afines y Proyectivas 4.4 Espacio Multiproyectivo
5. *Curvas Proyectivas Planas:* 5.1 Definiciones 5.2 Sistemas Lineales de Curvas 5.3 Teorema de Bezut 5.4 Puntos múltiples 5.5 Teorema Fundamental de Max Nother 5.6 Aplicaciones
6. *Contenido Adicional Tentativo:* 6.1 Variedades 6.2 Morfismos y Aplicaciones Racionales 6.3 Resolución de Singularidades

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 y 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] William Fulton, *Curvas Algebraicas*, Editorial Reverté.
- [2] Shafarevich, *Basic Algebraic Geometry*, Springer-Verlag.
- [3] Birkhoff, Mac Lane, (1967), *Algebra*, The Macmillan Company, New York.
- [4] Artin, *Algebra Geométrica*
- [5] A. Seidenberg, *Studies in Algebraic Geometry*

15.1.4. OPM-391: Algebra Conmutativa

Identificación

Asignatura:	Algebra Abstracta II
Sigla:	OPM-391
Area Curricular:	Algebra
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-371
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los Módulos, Anillos Noetherianos y de Artin, y la teoría de la dimensión.

Objetivos generales

Lograr una rápida introducción en la materia, poniendo énfasis en módulos y localización. Se utilizan métodos elementales de Algebra Homológica. Con ambas temáticas se abordará luego la Geometría Algebraica.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7, 8 y 9	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] M.F. Atiyah y L.G. Macdonald, *Introducción al Algebra Conmutativa*, Ed. Reverté S.A.

15.1.5. MAT-301: Tópicos de Algebra

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Algebra
Sigla:	MAT-301
Area Curricular:	Algebra
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	Octavo Semestre
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Desarrollar las teorías de interés del área de Algebra según disponibilidad de docentes de la Carrera como de los profesores invitados.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

15.2. Optativas de Análisis

15.2.1. OPM-382: Análisis Complejo II

Identificación

Asignatura:	Análisis Complejo II
Sigla:	OPM-382
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-262
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las funciones del plano extendido y continuación analítica.

Objetivos generales

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 a las superficies de Riemann. Aplicaciones a la física-matemática: Conducción de calor, electrostática e hidrodinámica. Transformada de Laplace, funciones de Bessel.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7 al 10	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

15.2.2. OPM-392: Análisis Funcional II

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional II
Sigla:	OPM-392
Area Curricular:	Análisis
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-382
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

El Análisis Funcional como área del conocimiento matemático desarrolla la teoría espacios vectoriales y los operadores lineales cuyo origen pueda ser el área de ecuaciones diferenciales, este curso establece elementos que relacionen estos conceptos.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los espacios vectoriales topológicos, los operadores compactos, los operadores autoadjuntos, la teoría de distribuciones y operadores diferenciales.

Objetivos generales

Establecer elementos del análisis funcional para el estudio de operadores diferenciales.

Programa Sintético

Espacios vectoriales topológicos. Operadores compactos. Operadores autoadjuntos. Espacios de Sobolev, Transformada de Fourier. Distribuciones. Operadores elípticos.

Contenidos analíticos

1. *Espacios vectoriales topológicos:* 1.1 Introducción. 1.2 Espacios vectoriales topológicos. 1.3 Operadores.
2. *Operadores Compactos:* 2.1 Operadores compactos. 2.2 Teoría espectral.
3. *Operadores Autoadjuntos:* 3.1 Operadores autoadjuntos. 3.2 Teoría espectral.
4. *Transformada de Fourier:* 4.1 La transformada de Fourier en L^1 . 4.2 El espacio de Schwartz. 4.3 La transformada de Fourier en L^2 .
5. *Teoría de distribuciones:* 5.1 Distribuciones, propiedades. 5.2 Espacios de Sobolev. 5.3 Operadores diferenciales.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2 y 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] R. J. Zimmer, (1990), *Essential Results of Functional Analysis*, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- [2] E. Lorch, (1962), *Spectral Theory*, Oxford University Press, NY.
- [3] R. Iório, V. de Magalhaes, (1988), *Equações Diferenciais Parciais*, Proyeto Euclides, IMPA, Brasil.
- [4] D. de Figueredo, *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais*, Proyeto Euclides, IMPA, Brasil.

15.2.3. MAT-302: Tópicos de Análisis

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Análisis
Sigla:	MAT-302
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	Octavo Semestre
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Desarrollar las teorías de interés del área de Análisis según disponibilidad de docentes de la Carrera como de los profesores invitados.

Programa

El programa de esta materia está sujeta a la disponibilidad de profesores con cierta especialización en el área de Análisis, 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 Análisis. 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

15.2.4. MAT-302: Tópicos de Análisis

Identificación

Asignatura:	Introducción a la Teoría de Control Optimal
Sigla:	MAT-302
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-382
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

Consolidar la formación del estudiante, desarrollando una temática con una visión aplicada o dirigida a la investigación, debido a que la asignatura contiene problemas diversos que se relacionan con las otras áreas (Sociales, Económicas, científicas) es importante su estudio.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los espacios euclidianos, las ecuaciones diferenciales ordinarias.

Objetivos generales

Desarrollar la teoría de Control optimal, describiendo el Criterio de controlabilidad de Kalmann y el principio del Máximo de Pontryagian, buscando en el estudiante la complementación a los estudios de las ecuaciones diferenciales ordinarias y al análisis funcional, además de motivarlo a proseguir en el estudio de la matemática pura y/o en la matemática aplicada.

Programa Sintético

Introducción y Motivación. Controlabilidad. Problemas de Control Optimo en el tiempo autónomo lineales. problemas de existencia de Control Optimal. Principio del Máximo de Pontryagian.

Contenidos Analíticos

1. *Introducción y Motivación:* 1.1 Introducción 1.2 Problema del tren 1.3 Conceptos generales
2. *Controlabilidad:* 2.1 El caso lineal 2.2 Controlabilidad en sistemas autónomos no lineales
3. *Problemas de Control Óptimo en el tiempo autónomo lineal:* 3.1 Existencia de control óptimo en el tiempo 3.2 control extremal 3.3 principio de Bang-Bang 3.4 La convergencia del principio del máximo.
4. *Problema de existencia de Control Optimal:* 4.1 Existencia de controles optimales 4.2 Suposición de convexidad 4.3 El estado de sistemas lineales
5. *El principio de máximo de Pontryagian:* 5.1 Principio del máximo de Pontryagian para sistemas autónomos 5.2 Aplicaciones

Modalidad de Evaluación

La evaluación es formativa, periódica y sumativa, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos y orales, en el marco de la libertad de la cátedra y paralela.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] J. Macki, A. Strauss (1982), *Introduction of optimal control theory*. Springer-Verlag, U.S.A.
- [2] M. Hocking, (1991), *Optimal Control*, Oxford University Press, U.S.A.
- [3] M. Guzmán, (1975), *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Teoría de estabilidad y Control*, Alhambra, España.

15.2.5. MAT-302: Tópicos de Análisis

Identificación

Asignatura:	Algebras de Banach
Sigla:	MAT-302
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-382
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

La Teoría Espectral de operadores del Análisis Funcional encuentra un estudio estructurado en el tópico de Algebras de Banach.

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es la estructura de álgebras normadas completas y la teoría espectral.

Objetivos generales

Generalizar los conceptos de la teoría espectral en el contexto de álgebras normadas completas.

Programa Sintético

Algebras de Banach, El grupo de elementos inversibles. El espectro. Algebras de Banach conmutativas, El espacio de ideales maximales. La transformada de Gelfand. Teorema de representación de Gelfand. El Teorema de Stone-Weierstrass.

Contenidos Analíticos

1. *Algebras de Banach*: 1.1 Definiciones y ejemplos.
2. *El grupo de elementos inversibles*: 2.1 El conjunto y la función resolvente de un elemento.
3. *El espectro* : 3.1 Definición. Compacidad. 3.2 El radio espectral.
4. *Algebras de Banach conmutativas*: 4.1 Teoría de Gelfand. 4.2 Teorema de Gelfand-Mazur.
5. *El espacio de ideales maximales*: 5.1 El radical. 5.2 Semisimplicidad.
6. *La transformada de Gelfand*: 6.1 Teorema de representación de Gelfand. 6.2 El Teorema de Stone-Weierstrass. 6.3 Consecuencias.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es formativa, periódica y sumativa, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos y orales, en el marco de la libertad de la cátedra y paralela.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Walter Rudin (1973), *Functional Analysis*. Mc. Graw-Hill Co. New York, U.S.A.
- [2] Simmons, *Introduction to Function Theory al Functional Analysis*
- [3] E. Lorch, (1978), *Introduction to Functional Analysis width Applications*, John Willey & Sons. USA.

15.2.6. MAT-302: Tópicos de Análisis

Identificación

Asignatura:	Análisis Funcional Aplicado
Sigla:	MAT-302
Area Curricular:	Análisis
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-382
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

La técnica de linearización en diferentes contextos, da lugar a que instrumentos que desarrolla el Análisis Funcional puedan ser aplicados en diferentes áreas.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son espacios vectoriales normados, operadores lineales continuos entre éstos.

Objetivos generales

Establecer aplicaciones del análisis funcional.

Programa Sintético

Polinomios ortonormales, Series de Fourier. Sumabilidad de series. Teorema del punto fijo de Banach. Ecuaciones integrales, Teoría de Fredholm. Introducción a operadores diferenciales.

Contenidos Analíticos

- Polinomios ortogonales:* 1.1 Conjuntos ortonormales en espacios de Hilbert. 1.2 Series de Fourier generalizadas. 1.3 Polinomios ortogonales de Legendre, Hermite, Laguerre.
- Sumabilidad de series Integración numérica:* 2.1 Sumabilidad de sucesiones. 2.2 Convergencia *-débil. 2.3 Integración numérica.
- Teorema de punto fijo de Banach :* 3.1 Aplicación a ecuaciones lineales, diferenciales, e integrales.
- Teoría de aproximación:* 4.1 Convexidad. 4.2 Aproximación uniforme. 4.3 Polinomios de Chebyshev. 4.4 Aproximación en espacios de Hilbert.
- Teoría de Fredholm, Ecuaciones integrales:* 5.1 Operadores compactos. 5.2 Teoría de Fredholm. 5.3 La alternativa de Fredholm. 5.4 Aplicación a Ecuaciones integrales.
- Operadores diferenciales:* 6.1 Introducción. 6.2 El exponencial de un operador. 6.3 Semigrupos de operadores. 6.4 El generador infinitesimal.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es formativa, periódica y sumativa, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos y orales, en el marco de la libertad de la cátedra y paralela.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] M. Kreyzig, (1978), *Introduction to Functional Analysis width Applications*, John Willey & Sons. New York, USA.

15.3. Optativas de Análisis y Ecuaciones Diferenciales

15.3.1. OPM-384: Análisis Numérico

Identificación

Asignatura:	Análisis Numérico
Sigla:	OPM-384
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
Pre-Requisitos Formales:	ELM-252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

En los cursos de Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales; se desarrollan elementos que se pueden aplicar en la resolución de muchos problemas. Pero, cuando se consideran problemas reales, los métodos teóricos generales ya estudiados, pueden ser insuficientes o de aplicación complicada. En el curso de Introducción al Análisis Numérico, ya se desarrolló algunos métodos, mas existe la necesidad de estudiar algunos otros.

Objeto de la materia

Se trabaja sobre métodos relativos a Problemas de Autovalores, ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas de ecuaciones lineales grandes.

Objetivos generales

El objetivo general es desarrollar métodos orientados a la programación en computador. Concretamente se trabaja sobre métodos de búsqueda de autovalores de matrices, métodos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y se amplía el estudio de métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales grandes.

Programa Sintético

Problemas de Autovalores. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Métodos Iterativos para la solución de sistemas grandes de ecuaciones lineales.

Contenidos Analíticos

1. *Problemas de Autovalores:* 1.1 La Forma Normal de Jordan de una Matriz. 1.2 La Forma Normal de Frobenius de una Matriz. 1.3 La Forma Normal de Schur de una Matriz. 1.4 Reducción de Matrices a Formas Simples. 1.5 Métodos para determinar Autovalores y Autovectores. 1.6 Cálculo de valores Singulares de una Matriz. 1.7 Problemas de Autovalores Generalizados. 1.8 Estimación de Autovalores.
2. *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias:* 2.1 Métodos de Problemas de Valor Inicial. 2.2 Problemas de Valor en la frontera. 2.3 Métodos en Diferencias. 2.4 Métodos variacionales. 2.5 Comparación de Métodos para resolver problemas de valor en la frontera para ecuaciones diferenciales ordinarias. 2.6 Métodos variacionales para ecuaciones diferenciales parciales.
3. *Métodos Iterativos para la solución de sistemas grandes de ecuaciones lineales:* 3.1 Procedimientos generales para la construcción de métodos iterativos. 3.2 Teoremas de Convergencia. 3.3 Métodos de Relajación. 3.4 Aplicación a métodos en Diferencias. 3.5 Métodos Iterativos por Bloques. 3.6 El Método ADI. 3.7 El Método del Gradiente Conjugado. 3.8 El Algoritmo de Buneman para la

solución de ecuaciones de Poisson Discretizadas. 3.9 Métodos Multicuadrícula. 3.10 Comparación de Métodos Iterativos.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales. La evaluación es formativa, periódica y sumativa, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulos 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulos 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	20 %
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] J. Stoer, R. Bulirsch, (1992), *Introduction to Numerical Analysis*, Springer-Verlag, New York, USA.
- [2] Kendall E. Atkinson, (1978), *An Introduction to Numerical Analysis*, John Wiley & Sons, New York.

15.3.2. OPM-385: Ecuaciones Diferenciales II

Identificación

Asignatura:	Ecuaciones Diferenciales II
Sigla:OPM-385	
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-255
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la materia es la teoría cualitativa de las Ecuaciones diferenciales .

Objetivos Generales

Establecer las propiedades generales de las soluciones de ecuaciones lineales $x' = A(t)x + b(t)$. Estudiar sistemas de ecuaciones diferenciales de la forma $x' = x(x_1, x_2, \dots, x_n)$ llamados autónomos. Demostrar el Teorema de Poincaré-Bendixon.

Programa sintético

Ecuaciones Diferenciales Lineales. Elementos de la Teoría Cualitativa de las Ecuaciones Diferenciales. El Teorema de Poincaré-Bendixon.

Contenidos analíticos

2. *Ecuaciones diferenciales Lineales:* 2.1 Introducción 2.2 Propiedades generales 2.3 Ecuaciones Lineales con Coeficientes Constantes 2.4 Sistemas Bidimensionales Simples 2.5 Conjugación de sistemas Lineales 2.6 Clasificación topológica de sistemas lineales Hiperbólicos 2.7 Ejercicios
3. *Elementos de la Teoría Cualitativa de las Ecuaciones Diferenciales:* 3.1 Campos Vectoriales y Flujos 3.2 Diferenciabilidad de flujos generados por campos vectoriales 3.3 Retrato fase de un campo vectorial 3.4 Equivalencia y conjugación de campos vectoriales 3.5 Estructura local de los puntos singulares hiperbólicos 3.6 Estructura local de órbitas periódicas 3.7 Flujos lineales en el Toro 3.8 ejercicios
4. *El Teorema de Poincaré-Bendixon:* 4.1 Conjuntos α - límite y ω - límite de una órbita 4.2 El teorema de Poincaré-Bendixon 4.3 Aplicaciones del Teorema de Poincaré-Bendixon 4.4 Ejercicios

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1,	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2,	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3,	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y una educación personalizada.

Bibliografía

- [2] Jorge Sotomayor, *Lecciones de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*.Ed. IMPA, Rio de Janeiro
- [3] Hsieh, P. F. Sibuya *Basic theory of Ordinary Differential Equations*.Ed. Apringer-Verlag
- [4] Coddington-Levinson, *Theory of Ordinary Differential Equations* .Ed. McGraw-Hill Book Company, 1955 New York

15.3.3. OPM-305: Sistemas Dinámicos

Identificación

Asignatura:	Sistemas Dinámicos
Sigla:	OPM-305
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-255
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

Varios modelos matemáticos están modelados por un Sistema Dinámicos es decir un espacio de estados y un aplicación que describe la dinámica del sistema. Actualmente los Sistemas Dinámicos es un área que en los últimos años a sido y es de gran interés de investigación por varios matemáticos de renombre, entre otros Jacob Palis, Jean Joccoz, Welington de Melo, Marcelo Viana, por ello se cuenta con un sin número de artículos publicados recientemente en revistas muy prestigiosas. En imperiosamente relevante conocer la dinámica del sistema, es decir determinar los puntos fijos, atractores, repulsores, comportamiento asintótico del sistema, variedades estable e inestable, hiperbolicidad, estabilidad, inestabilidad, etc.

Objeto de la Materia

El objeto de la materia son las aplicaciones u operadores que describen la dinámica de un sistema dinámico.

Objetivos generales

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.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	30 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	30 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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-Dimensional Dynamics*, Springer-Verlag, USA

15.3.4. OPM-395: Ecuaciones Diferenciales Parciales

Identificación

Asignatura:	Ecuaciones Diferenciales Parciales
Sigla:	OPM-395
Area Curricular:	Ecuaciones Diferenciales
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-255
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son las ecuaciones diferenciales parciales.

Objetivos generales

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.

Programa Sintético

Ecuaciones Diferenciales Parciales. Soluciones de Series. Series de Fourier.

Contenidos analíticos

- 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.
- 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.
- 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] E. C. Zachamanoglou y D.W. Thoe, (1976), *Introduction to Partial Differential Equation with Applicationes*, 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.

15.4. Optativas de Geometría y Topología

15.4.1. OPM-383: Variedades Diferenciables

Identificación

Asignatura:	Variedades Diferenciables
Sigla:	OPM-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-373
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

Luego de un curso de Geometría Diferencial en espacios euclidianos, la generalización inmediata nos lleva a una estructura abstracta la cual se conoce como Variedad Diferenciable, el estudiante ha desarrollado superficies que en algún sentido se encuentran contenidos en espacios euclidianos para alguna dimensión, sin embargo existen otras superficies que juegan un rol importante en la Matemática (el plano proyectivo, las grassmanianas) que es posible conocer cual es el espacio euclidiano que los contiene por lo cual es imposible dotarle de la topología inducida, motivo por lo cual es conveniente realizar su extensión al concepto de Variedad Diferenciable.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las Variedades diferenciables, Funciones y Campos de vectores.

Objetivos generales

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 inmersos los teoremas implícitos, el teorema de Whitney, que permite observar a una variedad como un encajamiento dentro un espacio euclidiano.

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

- Variedades Diferenciales:* 1.1 Introducción 1.2 Variedades diferenciales
- Tensores y Formas Diferenciales:* 2.1 Haz tangente 2.2 Derivadas
- Formas Locales:* 3.1 Subvariedades 3.2 Teoremas implícitos 3.3 Campos de Vectores 3.4 Variedades de Recubrimiento 3.5 Variedades Cocientes
- Orientación en Variedades:* 4.1 Orientación en espacios Vectoriales 4.2 Variedades Orientables
- Particiones de la Unidad:* 5.1 Particiones de la Unidad.
- Métrica Riemanniana:* 6.1 Métrica Riemanniana
- Teorema de encajamiento de Whitney:* 7.1 Conjunto de medida cero 7.2 Teorema de encajamiento.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5, 6 y 7	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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 Riemannian 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.

15.4.2. OPM-393: Topología Algebraica

Identificación

Asignatura:	Topología Algebraica
Sigla:	OPM-393
Area Curricular:	Geometría y Topología
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-261
Carreras destinatarias:	Matemática

Problema (Por qué)

A niveles matemáticos elevados, los límites entre las áreas del Análisis, la Topología y el Álgebra van desapareciendo, resulta imposible pensar que estas áreas sean disjuntas. De ahí, la importancia de conocer los nexos más sobresalientes. Esta materia, 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.

Objetivos Generales

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 Brouwer 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.

Programa sintético

Homotopía, Grupo Fundamental y Espacios de Recubrimiento.

Contenidos analíticos

Primera Parte: GRUPO FUNDAMENTAL

- 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.
- 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.
- Ejemplos y Aplicaciones del Grupo Fundamental:* 3.1 El grupo fundamental del círculo. 3.2 Algunas consecuencias del isomorfismo $\pi_1(S^1) \approx \mathbb{Z}$. 3.3 Espacios proyectivos reales. 3.4 Fibraciones y espacios proyectivos complejos. 3.5 Rotaciones en el espacio euclidiano. 3.6 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.
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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales. La evaluación es *formativa, periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulos 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulos 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	20 %
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia, están contenidas en el proceso de enseñanza aprendizaje y centrados en el alumno, para lograr un avance significativo con razonamientos inductivos, deductivos y un aprendizaje por descubrimiento programado, orientado, libre y al azar, que permita al estudiante desarrollar su potencialidad creativa. Entre los medios tenemos a docentes calificados con Post grado en matemática y Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos y educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Elon Lages Lima, (1993), *Grupo Fundamental y Espacios de Recubrimiento*, Proyecto Euclides, Rio de Janeiro.
- [2] James R. Munkres, (1975), *Topology a First Course*, Prentice Hall, New Jersey.
- [3] Czes Kosniowski, (1992), *Topología Algebraica* Reverte, Barcelona, España.

15.4.3. OPM-303: Topología Diferencial

Identificación

Asignatura:	Topología Diferencial
Sigla:	OPM-303
Area Curricular:	Topología y Geometría
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-373
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

Consolidar la formación del estudiante en el área de la Geometría Diferencial, con la obtención de resultados globales en las variedades, tales hechos se consiguen por medio del concepto de transversalidad.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las Variedades diferenciables con borde, variedades transversales, campos de vectores.

Objetivos generales

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.

Programa Sintético

Variedades Diferenciales y Funciones Diferenciables. Transversalidad e Intersección. Teoría de Orientación e Intersección.

Contenidos analíticos

1. *Variedades Diferenciales y Funciones Diferenciables:* 1.1 Transversalidad 1.2 Homotopía y estabilidad 1.3 Teorema de Sard 1.4 Función de Morse 1.5 Variedades encajadas
2. *Transversalidad e Intersección:* 2.1 Variedades con borde 2.2 Variedades de dimensión uno 2.3 Transversalidad 2.4 Teoría de Intersección módulo 2 2.5 Teorema de separación de Jordan Bouwer 2.6 Teorema Borsuk-Ulam
3. *Teoría de Orientación e Intersección:* 3.1 Orientación 3.2 Número orientación intersección 3.3 Teorema del punto fijo Lefschetz 3.4 Teorema de Hopf Degree 3.5 Característica de Euler y triangulaciones

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] V. Guillemin y A. Pollack, (1974), *Differential Topology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [2] M.W. Hirsch, (1976), *Differential Topology*. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlin.
- [3] S. Lang, (1962), *Introduction to Differentiable Manifolds*. Interscience, New York.

15.4.4. 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:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	Octavo Semestre
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Desarrollar las teorías de interés del área de Geometría y Topología según disponibilidad de docentes de la Carrera como de los profesores invitados.

Programa

El programa de esta materia está sujeta a la disponibilidad de profesores con cierta especialización en el área de Geometría y Topología, 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 Geometría y Topología. 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

15.4.5. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología

Identificación

Asignatura:	Introducción a la Geometría Riemanniana
Sigla:	MAT-303
Orientación:	Tópicos de Geometría
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-373
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

Consolidar la formación del estudiante, desarrollando una extensión del concepto de variedad diferenciable como una aplicación. Además que la geometría riemanniana son la base para desarrollar la teoría de la relatividad.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las Variedades Diferenciales dotada de una métrica.

Objetivos generales

Desarrollar los conceptos geométricos en variedades diferenciales en la cual se tiene definido una métrica, que son una extensión de los resultados obtenidos en geometría diferencial en espacios euclidianos, tales como la curvatura, formas fundamentales y la inmersión isométrica.

Programa Sintético

Métricas Riemannianas. Conexiones afín, conexión Riemanniana. Geodésica y vecindades convexas. Curvatura. Campos de Jacobi. Inmersiones Isométricas.

Contenidos Analíticos

1. *Métricas Riemannianas*: 1.1 Introducción 1.2 Métricas riemannianas
2. *Conexiones afín y Riemanniana*: 2.1 Conexiones afín 2.2 Conexión Riemanniana
3. *Geodésicas, Vecindades convexas*: 3.1 Flujo geodésico 3.2 Propiedades Minimizantes de las geodésicas 3.3 Vecindades convexas
4. *Curvaturas*: 4.1 Curvatura 4.2 Curvatura seccional 4.3 Curvatura de Ricci y curvatura escalar 4.4 Tensores en variedades riemannianas
5. *Campos de Jacobi*: 5.1 La ecuación de Jacobi 5.2 Puntos conjugados
6. *Inmersiones Isométricas*: 6.1 La segunda forma fundamental 6.2 Ecuaciones fundamentales de una inmersión isométrica

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica y sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales, en el marco de la libertad de cátedra y paralela.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Do Carmo M.P., (1988), *Geometría Riemanniana*, Ed. IMPA, Brasil.
- [2] Oneill B., (1983), *Semi-Riemannian Geometry with applications to Relativity*, Academic Press, USA.
- [3] W.M. Boothby, (1986), *An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry*, Academic Press, USA.
- [4] Browne H., (1981), *Fibrados Conexoes e Geometría Riemanniana*, IMPA, Brasil.

15.4.6. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología

Identificación

Asignatura:	Grupos de Lie
Sigla:	MAT-303
Orientación:	Tópicos de Topología
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-373
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

Consolidar la formación del estudiante, desarrollando una interrelación de las áreas de la Matemática tales como el álgebra, análisis, topología y geometría, la cual se refleja en el desarrollo de la teoría de Lie, más concretamente los Grupos de Lie.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son los Grupos de Lie y las Algebras de Lie.

Objetivos generales

Desarrollar el concepto básico de la teoría de Lie, el cual tiene como base central a los Grupos de Lie, que son una aplicación de las variedades diferenciales, para posteriormente presentar la estrecha relación del análisis con el álgebra a través de la conexión entre grupos de Lie y las álgebras de Lie, culminando este con las variedades homogéneas.

Programa Sintético

Grupos de Lie y Algebras de Lie. Grupos de Lie Simplemente Conexos. Representación Adjunta.

Contenidos Analíticos

1. *Grupos de Lie y Algebras de Lie:* 1.1 Grupos de Lie 1.2 Algebras de Lie 1.3 Homomorfismos 1.4 Subgrupos de Lie 1.5 Cubrimientos
2. *Grupos de Lie Simplemente Conexos:* 2.1 Grupos simplemente conexos 2.2 Función exponencial 2.3 Homomorfismos continuos 2.4 Subgrupos cerrados
3. *Representación Adjunta:* 3.1 Representación adjunta tema Automorfismos y derivación 3.2 Variedades homogéneas

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales, en el marco de la libertad de cátedra y paralela.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] F.W. Warner, (1971), *Foundations of Differentiable manifolds and Lie Groups Topology*, I.M. Singer, USA.
- [2] A.A. Sagle, (1973), *Introduction to Lie Groups and Lie Algebras*, Académic Press, USA.
- [3] W.M. Boothby, (1986), *An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry*, Academic Press, USA.
- [4] Browne H., (1981), *Fibrados Conexoes e Geometría Riemanniana*, IMPA, Brasil.

15.4.7. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología

Identificación

Asignatura:	Análisis Global en la Geometría Riemanniana
Sigla:	MAT-303
Orientación:	Tópicos de Geometría (Complemento a la Geometría Riemanniana)
Area Curricular:	Geometría y Topología
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-373
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema

Introducción a la relación entre propiedades locales y globales en la Geometría Riemanniana

Objeto de la Materia

Variedades Riemannianas completas simplemente conexas con curvatura seccional $K=0$

Objetivos generales

Una introducción al estudio, análisis y aplicación de los fundamentos teóricos del análisis global en el contexto de Variedades Riemannianas completas simplemente conexas con hipótesis locales, como por ejemplo, de curvatura seccional negativa.

Programa Sintético

Variedades completas, los teoremas de Hopf y Rinow y de Hadamard. Espacios de Curvatura Constante. Variaciones de la energía (aplicación). El teorema de comparación de Rouch. El grupo fundamental de variedades de curvatura negativa (optativo)

Contenidos Analíticos

1. *Variedades Completas, los teoremas de Hopf y Rinow, y de Hadamard:* 1.1 Introducción 1.2 Variedades Completas. Teorema de Hopf y Rinow 1.3 El teorema de Hadamard
2. *Espacios de Curvatura Constante;* 2.1 Introducción 2.2 Teorema de Cartan sobre la determinación de la métrica 2.3 El espacio hiperbólico 2.4 Las formas espaciales
3. *Variaciones de la energía:* 3.1 Introducción 3.2 Las fórmulas de la primera y segunda variación de la energía 3.3 Teorema de Bonnet-Myers y el Teorema de Synge-Weiestein
4. *Teorema de Comparación de Rouch:* 4.1 Introducción 4.2 El teorema de Rouch 4.3 Aplicación del lema del índice a la teoría de las inmersiones 4.4 Puntos focales y una extensión del Teorema de Rouch
5. *El grupo fundamental de variedades de curvatura negativa (optativa):* 5.1 Introducción 5.2 Existencia de geodésicas cerradas 5.3 El Teorema de Preissman

Modalidad de Evaluación

Formativa periódica: A lo largo del Proceso de enseñanza y aprendizaje, con el objeto de realimentación y reajuste

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] M.P. Do Carmo, (1998), *Geometría Riemanniana*, IMPA, Brasil.
- [2] B. Oneill, (1983), *Semi-Riemannian Geometry with Applications to Relativity*, Academic Press, USA.

15.4.8. MAT-303: Tópicos de Geometría y Topología

Identificación

Asignatura:	Tópicos de Topología
Sigla:	MAT-303
Orientación:	Tópicos de Topología (Complemento a la Topología General)
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:	Topología General
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

Tópicos complementarios a la Topología General

Objetivos generales

Una fundamentación Teórica sobre Teoremas independientes tales como, teoremas de: Tychonoff. Problema de Metrización. Además la teoría necesaria para abordar los espacios de Baire y la teoría de la dimensión.

Programa Sintético

Teorema de Tychonoff. Paracompacidad y Teoremas de Metrización. Espacios Métricos Completos y Espacios de Funciones. Espacios de Baire y Teoría de la Dimensión.

Contenidos Analíticos

1. *Teorema de Tychonoff*: 1.1 El Teorema de Tychonoff 1.2 La Compactificación de Stone - Cech
2. *Paracompacidad y Teoremas de Metrización*: 2.1 Finitud Local 2.2 El Teorema de Metrización de Nagata - Smirnov 2.3 Paracompacidad 2.4 El Teorema de Metrización de Smirnov.
3. *Espacios Métricos Completos y Espacios de Funciones*: 3.1 Espacios Métricos Completos 3.2 Una curva que llena el espacio 3.3 Compacidad de espacios métricos 3.4 Convergencia puntual y Convergencia Compacta 3.5 El teorema de Ascoli
4. *Espacios de Baire y Teoría de la dimensión*: 4.1 Espacios de Baire 4.2 Una función no diferenciable en ningún punto 4.3 Introducción a la teoría de la Dimensión

Modalidad de Evaluación

Formativa periódica: A lo largo del Proceso de enseñanza y aprendizaje, con el objeto de realimentación y reajuste

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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 Dugundji (1975) *Topology*, Allyn and Bacon Inc.
- [4] John L. Kelley (1975), *Topología General*, Eudeba Manuales
- [5] Diederich Hinrichsen y J.L. Fernandez (1977), *Topología General*, Urmo

15.5. Optativas de Matemáticas Aplicadas, Historia y Filosofía

15.5.1. OPM-386: Teoría de Probabilidades

Identificación

Asignatura:	Teoría de Probabilidades
Sigla:	OPM-386
Area Curricular:	Estadística Matemática
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-144
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

El conocimiento de la teoría de probabilidades, permite modelar el azar que para muchos es incontrolable, sin embargo en la realidad los distintos fenómenos cambian su comportamiento debido a distintos factores aleatorios cuyo comportamiento a través de métodos apropiados se puede predecir con un margen de error dado.

Objeto de la Materia

El Objeto de la materia es la teoría de la medida finita, con conjuntos medibles como sucesos o eventos, funciones medibles como variables aleatorias, la probabilidad como medida de probabilidad (medida finita), la integral como la esperanza matemática.

Objetivos generales

Desarrollar la teoría de probabilidades 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 independencia de variables aleatorias (v.a.), la esperanza matemática como la integral de Lebesgue y los distintos modos de convergencia de v.a.

Programa Sintético

Espacio de Probabilidades. Variables Aleatorias. Independencia. Esperanza Matemática. Convergencia de variables aleatorias.

Contenidos analíticos

1. *Espacio de Probabilidades:* 1.1 Introducción 1.2 Espacio medible: álgebra y σ -álgebras de eventos 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 de probabilidad 1.7 Teorema de extensión de Caratheodory 1.8 Medida de Lebesgue 1.9 Lema de Fatou sobre eventosw 1.10 Teorema de Convergencia Monótona de eventos 1.11 Primer lema de Borel y Cantelli
2. *Variables Aleatorias:* 2.1 Funciones medibles o variables aleatorias 2.2 Operaciones y límites de variables aleatorias 2.3 σ -álgebras generadas por variables aleatorias 2.4 Aproximación de variables no negativas por variables aleatorias simples 2.5 Ley de variable aleatoria y Funciones de Distribución 2.6 Existencia de variables aleatorias 2.7 Variables aleatorias especiales

3. *Independencia*: 3.1 Definición de Independencia y propiedades 3.2 Segundo lema de Borel y Cantelli 3.3 Notación IID 3.4 σ -álgebras cola 3.5 Ley de Kolmogorov 0-1
4. *Esperanza Matemática*: 4.1 Esperanza de variables aleatorias simples y sus propiedades 4.2 Esperanza de variables aleatorias no negativas y sus propiedades 4.3 Lema de Fatou y Teorema de Convergencia Monótona 4.4 Esperanza de cualquier variable aleatoria y sus propiedades 4.5 Teorema de Convergencia Dominada de Lebesgue 4.6 Espacios L^p ($1 \leq p < \infty$) y L^∞ 4.7 Lema de Scheffé 4.8 Dependencia de un parámetro 4.9 Desigualdad de Markov 4.10 Desigualdad de Jensen para funciones convexas 4.11 Desigualdad de Hölder, Schwarz y Miniosky 4.12 Geometría del espacio L^2 : Covarianza 4.13 Completitud de L^p 4.14 Ley de los grandes números 4.15 Esperanza e Independencia 4.16 Ley débil de Chebychev, Ley débil de Khintchin, desigualdad de Kolmogorov, Lema de Kroneker, y Teorema de Kolmogorov 4.17 Esperanza condicional
5. *Convergencia de Variables Aleatorias*: 5.1 Convergencia en L^p , uniforme y casi seguro 5.2 Convergencia en Probabilidad 5.3 Convergencia en Distribución 5.4 Funciones Características y convergencia 5.5 Teorema Central del Límite 5.6 La distribución Normal multivariada 5.7 El teorema central del límite-Caso multivariado

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] David Williams (1990), *Probability with Martingales*, Cambridge University Press, UK.
- [2] Barry James, (1981), *Probabilidade: um Curso em nível intermediário*, IMPA, Brasil.
- [3] Metevier, *Nociones Fundamentales de la Teoría de Probabilidad*
- [4] Billingsly, *Probability and Measure*
- [5] Fernandez, *Medida e Integração*, Brasil

15.5.2. OPM-396: Procesos Estocásticos

Identificación

Asignatura:	Procesos Estocásticos
Sigla:	OPM-396
Area Curricular:	Estadística Matemática
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-372
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

Introducir al estudiante al estudio de los procesos estocásticos en general, y de algunos específicos, enseñar las aplicaciones de esta teoría para resolver problemas reales donde exista situaciones de incertidumbre o fenómenos aleatorios, capacitar para que puedan obtener estadísticos para los procesos y enseñarles su aplicación a series de tiempo.

Programa Sintético

Procesos Estocásticos. Derivación, Convergencias e Integración. Procesos Normales. Proceso de Wiener y de Wiener-Levy Integrado. Procesos Puntuales. Procesos Markovianos.

Contenidos analíticos

1. *Procesos Estocásticos:* 1.1 Definición 1.2 Procesos estocásticos multivariantes 1.3 Procesos estocásticos multidimensionales 1.4 Distribución de probabilidades y momentos 1.5 Función de valor medio y varianza 1.6 Función de autocovarianza 1.7 Función de autocorrelación 1.8 Función de autocovarianza cruzada 1.9 Función de autocorrelación cruzada 1.10 Procesos estocásticos independientes 1.11 Procesos estacionarios y débilmente estacionarios 1.12 Procesos estacionarios de covarianza 1.13 Procesos estocásticos complejo valorado 1.14 Procesos estocásticos de incrementos independientes 1.15 Procesos estocásticos de incrementos independientes estacionarios 1.16 Procesos ergódicos 1.17 Descripción de un proceso estocástico 1.18 Forma espectral de los procesos estocásticos
2. *Derivación, Convergencias e Integración:* 2.1 Derivación de procesos estocásticos 2.2 Convergencia en probabilidad 2.3 Convergencia con probabilidad uno 2.4 Convergencia en media cuadrática 2.5 Diferenciación estocástica 2.6 Derivadas de procesos estacionarios 2.7 Continuidad estocástica 2.8 Integración de procesos estocásticos 2.9 Media muestral de un proceso estocástico 2.10 Función de valor medio y varianza de la media muestral
3. *Procesos Normales:* 3.1 Definición 3.2 Proceso Normal bivariante 3.3 Proceso Normal débilmente estacionario 3.4 Operaciones lineales con procesos normales 3.5 Operaciones no lineales con procesos normales 3.6 Ejemplos y aplicaciones
4. *Proceso de Wiener y de Wiener-Levy Integrado:* 4.1 Definición 4.2 Propiedades del proceso de Wiener 4.3 Camino aleatorio y aleatorio simple univariante 4.4 Proceso de Wiener-Levy 4.5 Propiedades del proceso de Wiener-Levy 4.6 Proceso de Wiener-Levy integrado 4.7 Ejemplos y aplicaciones
5. *Procesos Puntuales:* 5.1 Proceso de Poisson, definición 5.2 Proceso incrementos de Poisson 5.3 Proceso de Poisson bajo selección aleatoria 5.4 Distribución del tiempo entre sucesos consecutivos y distribución del tiempo de espera 5.5 Distribución del tiempo de espera entre sucesos 5.6 Proceso de Poisson en varias dimensiones 5.7 Proceso de Poisson no homogéneo 5.8 Proceso de Poisson compuesto 5.9 Proceso de Poisson generalizado 5.10 Proceso de Poisson filtrado

6. *Procesos Markovianos*: 6.1 Definición 6.2 Clasificación de los procesos de Markov 6.3 Cadenas de Markov con parámetro discreto 6.4 Probabilidades de estado y de transición 6.5 Matriz de transición una y en n -etapas 6.6 Ecuaciones de Chapman Kolmogorov 6.7 Clasificación de los estados de una cadena 6.8 Cadena irreducible y cadenas cerradas 6.9 Estados absorbentes 6.10 Estados recurrentes, transientes, y recurrentes nulos 6.11 Estado ergódico 6.12 Descomposición de una cadena finita 6.13 Distribuciones estacionarias 6.14 Cadenas finitas irreducibles e infinitas irreducibles 6.15 Cadenas ergódicas, transientes y recurrentes 6.16 Cadenas irreducibles periódicas 6.17 Cadenas reducibles 6.18 Probabilidades de absorción y tiempo medio de absorción 6.19 Procesos de Markov de parámetro continuo 6.20 Proceso general de nacimiento 6.21 Proceso general de muerte 6.22 Proceso lineal de muerte 6.23 Proceso general de nacimiento y muerte 6.24 Proceso lineal de nacimiento y muerte 6.25 Distribuciones límite 6.26 Distribuciones de equilibrio

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Cox H. & D. Miller, *The Theory of Stochastic*.
- [2] Parzen Emanuel, *Procesos Estocásticos*.
- [3] Karlin Samuel y Taylor Howard, *A First Course in Stochastic Processes*.
- [4] Naryan Bhat U. *Elements of Applied Stochastic Processes*.
- [5] Ochi M.K. *Applied Probability and Stochastic Processes*.
- [6] Cramer H. *Mathematical Methods of Statistics*.
- [7] Davis M.H. *Linear Estimation and Stochastic Control*.
- [8] Priestley M.B. *Spectral Analysis and Time Series*

15.5.3. FIS-206: Física Moderna

Identificación

Asignatura:	Física Moderna
Sigla:	FIS-206
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-200
Carreras destinatarias:	Matemática, Física y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura son las teorías relativas y cuántica.

Objetivos generales

Presentar al alumno los conceptos básicos de las teorías relativas y cuántica, así como los métodos básicos de cálculo que utilizan las mismas.

Programa Sintético

Introducción a la Teoría de la Relatividad Especial. Bases experimentales de la Teoría Cuántica. Ecuaciones de Schrodinger.

Contenidos analíticos

- 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.
- 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.
- 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

15.5.4. FIS-282: Mecánica Cuántica

Identificación

Asignatura:	Mecánica Cuántica
Sigla:	FIS-282
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-206
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es la mecánica cuántica desde el formalismo hasta una introducción a la mecánica relativista.

Objetivos generales

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.

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

- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

15.5.5. OPM-387: Teoría de la Computación

Identificación

Asignatura:	Teoría de la Computación
Sigla:	OPM-387
Area Curricular:	Ciencias de la Computación
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-372
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

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.

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 Indecidibilidad:* 3.1 Un problema indecidible de computación 3.2 Conceptos básicos 3.3 Reducibilidad
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 algorítmicos de los autómatas finitos

Modalidad de Evaluación

La evaluación de la materia considera 100 puntos totales con nota de aprobación ≥ 51 puntos. La evaluación se llevará a cabo en tres exámenes parciales de 20 pto/cu cuyo material cubrirá dos capítulos del programa sintético, 15 puntos en ejercicios de práctica y 25 puntos en un examen final que cubrirá preguntas de la materia en general.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

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.

15.5.6. OPM-300: Filosofía de la Matemática

Identificación

Asignatura:	Filosofía de la Matemática
Sigla:	OPM-300
Area Curricular:	Filosofía
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo Semestre, Ciclo de Orientación
Horas Teóricas:	4 por semana en dos sesiones
Horas Prácticas:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	MAT-261
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Problema (Por qué)

La Filosofía matemática trata de interpretar los fundamentos teóricos de la ciencia matemática dando lugar a la interpretación de éstos en el marco del desarrollo de esta ciencia.

Objeto de la Materia

Los objetos de la asignatura son las diferentes acepciones de las tres principales corrientes que han existido en el desarrollo de la ciencia, la logicista, la intuicionista, la formalista.

Objetivos generales

Establecer los marcos de definición e interpretación de las corrientes filosóficas de la ciencia matemática.

Programa Sintético

El logicismo. El intuicionismo. El formalismo.

Contenidos analíticos

1. *Las Crisis en los fundamentos matemáticos:* 1.1 Introducción. 1.2 Las crisis de la matemática 1.3 La crisis en el tiempo de los Griegos. 1.4 La crisis del análisis. 1.5 La crisis de la teoría de conjuntos.
2. *La naturaleza de la verdad y del razonamiento matemático:* 2.1 Introducción 2.2 Poincare 2.3 Desarrollo.
3. *Los fundamentos logicistas de la matemática:* 3.1 Introducción. 3.2 Russell. 3.3 Desarrollo.
4. *Los fundamentos intuicionistas de la matemática:* 4.1 Introducción. 4.2 Brouwer 4.3 Desarrollo.
5. *Los fundamentos formalistas de la matemática:* 5.1 Introducción 5.2 Hilbert. 5.3 Desarrollo.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Benacerraf P., Putnam H., (1964), *Philosophy of Mathematics*, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Eves H. Newsom, (1964), *An Introduction to the Foundations and Fundamental Concepts of Mathematics*, Holt Rinehart and Winston, NY.

15.5.7. OPM-390: Historia de la Matemática

Identificación

Asignatura:	Historia de la Matemática
Sigla:	OPM-390
Area Curricular:	Historia
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
Pre-Requisitos Formales:	MAT-261
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objetivos generales

1. Aclarar 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.

Contenidos

Sistema de conocimientos (saber). Sistema de habilidades (saber hacer). Sistema de valores (saber ser)

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.

Estrategias de Aprendizaje

1. Los niveles de asimilación son los siguientes:

- a) Familiarización; el alumno no está capacitado para analizar situaciones-problémicas aún
- b) Reproducción; la situación problemática planteada es conocida
- c) Producción; la situación problemática planteada es nueva
- d) Creación; la situación problemática planteada es nueva y no se dispone de todos los elementos para resolverla

Como métodos generales del aprendizaje y la enseñanza problemática, en las cuales se reflejan los diferentes niveles del carácter problemático, tenemos:

- a) Monologado, predomina la exposición del docente y no hay elementos de búsqueda
- b) Dialogado, predomina la exposición de carácter reproductivo con elementos de búsqueda
- c) Demostrativa, se da a conocer un problema y hay búsqueda
- d) Heurística, la información se asimila durante la búsqueda colectiva e individual con la orientación del docente
- e) Investigativo, se realiza la búsqueda individual o grupal organizada por el docente con la finalidad de lograr y desarrollar deducciones teóricamente significativas
- f) Algorítmica, desarrollar en los alumnos las habilidades para trabajar de acuerdo a un conjunto de prácticas concretas
- g) Programado, se realizan tareas programadas que responden a un orden lógico, en las cuales se plantea una búsqueda.

2. Las actividades se desarrollarán bajo las modalidades de

- Trabajos colectivos
- Trabajos a pares
- Trabajos en pequeños grupos
- Trabajos individuales

3. El esquema estratégico general de la asignatura es el inductivo-deductivo; como se ve en la Figura ??

Control y Evaluación

El control y la evaluación como procesos comprenden dos fases: Cualitativa, Cuantitativa; y tres modalidades: Inicial, Formativa y Sumativa

Examen	Temas	Ponderación
Control permanente	De clases anteriores	60 %
Control Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

1. Los elementos claves del trabajo matemático son los siguientes: Lenguaje oral, Lenguaje escrito, Abstracciones
2. Como recursos didácticos tenemos: Material impreso, Resúmenes, Láminas, Gráficas, Glosarios, Esquemas, Fichas, Guías de trabajo, Separatas, Mapas conceptuales.

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.

15.5.8. EST-386: Modelos Lineales

Identificación

Asignatura:	Modelos Lineales
Sigla:	EST-386
Area Curricular:	Estadística Matemática
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-252
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el análisis de modelos lineales multivariados, con especial énfasis en las aplicaciones a las Ciencias Sociales

Objetivos generales

Desarrollar la teoría de los modelos lineales, los supuestos, verificación empírica de supuestos, soluciones a incumplimiento de supuestos

Programa Sintético

Modelo Lineal General I, II, III (heterocedasticidad, autocorrelación) y IV (multicolinearidad). Errores de Especificación. Aplicaciones

Contenidos analíticos

1. *El Modelo Lineal General I:* 1.1 Introducción 1.2 Especificación del Modelo y Estimación
Bondad de Ajuste
2. *El Modelo General II:* 2.1 Generalidades 2.2 Distribución del estimador de β 2.3 Restricciones lineales generales 2.4 Estimadores y Contrastes
3. *El Modelo General III:* 3.1 Generalidades 3.2 Violación de los supuestos estándar del proceso de errores: Heterocedasticidad y Autocorrelación 3.3 Fundamentación del estadístico de Distribución Watson
4. *El Modelo General IV:* 4.1 Multicolinearidad 4.2 Análisis de varianza 4.3 Variables explicativas categóricas
5. *Errores de Especificación y Errores en las variables:* 5.1 Errores de especificación 5.2 Errores en las variables 5.3 Análisis de los errores de especificación
6. *Aplicaciones:* 6.1 Aplicación a un modelo econométrico

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado*, *orientado*, *puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] J. Johnston, (1985), *Econometric Methods*, Edit. McGraw-Hill, 3ra. Edición.
- [2] P. Dhrymes, (1984), *Econometría*, Ed. AC Madrid.
- [3] R. Wonnacott and T. Wonnacott, (1982), *Econometría*, Ed. Aguilar.

15.5.9. EST-384: Análisis de Series de Tiempo Univariado

Identificación

Asignatura:	Análisis de Series de Tiempo Univariado
Sigla:	EST-384
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 de Laboratorio	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	OPM-396
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el desarrollo teórico y aplicación de la modelización de series de tiempo univariados, tanto desde la perspectiva determinística como estocástica.

Objetivos generales

Estudiar los modelos de suavizamiento (smoothing) de series de tiempo univariados y su modelización estocástica en el dominio del tiempo (Modelos ARIMA)

Programa Sintético

Métodos de suavizamiento. Enfoque Estocástico. Procesos Estocásticos Estacionarios. Modelos Estocásticos de Series de Tiempo. Enfoque General de la Metodología de Box-Jenkins. Predicción. Análisis de Intervención y outliers.

Contenidos analíticos

1. *Métodos de suavizamiento:* 1.1 Diversos métodos de ajuste de curvas a un conjunto de puntos bajo enfoque determinístico 1.2 El método de Holdrick-Prescott
2. *Enfoque estocástico:* 2.1 Introducción 2.2 Operadores de resago 2.3 Ecuaciones en diferencia 2.4 Condiciones iniciales y sucesiones no acotadas
3. *Procesos Estocásticos Estacionarios:* 3.1 Estacionariedad fuerte 3.2 Estacionariedad débil 3.3 Función de autocorrelación 3.4 Función de autocorrelación parcial
4. *Modelos Estocásticos de Series de Tiempo:* 4.1 Introducción 4.2 Modelos de Medias Móviles(MA) 4.3 Modelos Autoregresivos(AR) 4.4 Modelos ARMA 4.5 Modelos Estocásticos Lineales no estacionarios homogéneos: Modelos ARIMA 4.6 Modelos Estocásticos Estacionales: Modelos SARIMA
5. *Enfoque General de la Metodología de Box-Jenkins:* 5.1 Análisis de estacionariedad e identificación 5.2 Estimación 5.3 Análisis de coeficientes estimados 5.4 Análisis de residuos 5.5 Sobreajustes 5.6 Análisis de Estacionalidad
6. *Predicción:* 6.1 Predictor óptimo 6.2 Cálculo de la predicción puntual para modelos ARIMA 6.3 Predicción por intervalos
7. *Análisis de Intervención y outliers:* 7.1 Introducción 7.2 Modelos de intervención 7.3 Identificación de los modelos de intervención 7.4 Tipos y efectos de los outliers 7.5 Detección y tratamiento de outliers

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] V. Guerrero, (1991), *Modelos Lineales con Econometría*, Colección CBI.
- [2] M.G. Kendall, (1973), *Time Series*, Ed. C. Griffin & Company Limited.
- [3] J.D. Hamilton, (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.

15.5.10. EST-394: Análisis de Series de Tiempo Multivariado

Identificación

Asignatura:	Análisis de Series de Tiempo Multivariado
Sigla:	EST-394
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
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 de Laboratorio:	2 por semana en una sesión
Pre-Requisitos Formales:	EST-384
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el estudio de la teoría de series de tiempo multivariados dinámicas

Objetivos generales

Estudiar los fundamentos y métodos del análisis de series de tiempo multivariados incluyendo modelos VAR y cointegración.

Programa Sintético

Modelos VAR. Análisis de Raíces Unitarias. Cointegración

Contenidos analíticos

- Modelos de vectores Autoregresivos (VAR):* 1.1 Introducción 1.2 Estimación Máxima Verosimilitud de un modelos VAR 1.3 Pruebas de hipótesis en un VAR irrestricto 1.4 Causalidad 1.5 Test de causalidad de Granger 1.6 Estimación Máxima Verosimilitud en un VAR restringido 1.7 Pruebas de hipótesis en un VAR restringido 1.8 La función Impulso-Respuesta 1.9 descomposición de varianza
- Raíces Unitarias:* 2.1 Modelos de series de tiempo no estacionarios 2.2 Procesos con tendencia determinísticas 2.3 Procesos univariados con raíces unitarias 2.4 Movimiento Browniano 2.5 El Teorema funcional del Límite Central 2.6 Teorema de Philips-Perron 2.7 Test ADF
- Cointegración:* 3.1 Raíces unitarias en series de tiempo multivariados 3.2 Regresión empírica 3.3 El concepto de cointegración 3.4 Pruebas de hipótesis sobre no cointegración 3.5 Prueba de hipótesis sobre el vector de cointegración 3.6 Análisis FIML de sistemas cointegrables, Test de Johansen-Juselme 3.7 Interpretación de resultados

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 2	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 3	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] James D. Hamilton, (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- [2] Andrew C. Harvey, (1992), *Time Series Models*, The MIT Press.

15.5.11. EST-396: Análisis Multivariante

Identificación

Asignatura:	Análisis Multivariante
Sigla:	EST-396
Area Curricular:	Estadística Matemática
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
Pre-Requisitos Formales:	EST-386
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el desarrollo de los fundamentos y los métodos del Análisis Multivariado.

Objetivos generales

Estudiar los fundamentos y las técnicas de métodos exploratorios aplicados al análisis de datos desde una perspectiva multivariada.

Programa Sintético

Geometría Muestral y Muestreo Aleatorio. La Distribución Normal Multivariada. Componentes Principales. Análisis Factorial. Análisis Discriminante. Análisis Cluster.

Contenidos analíticos

1. *Muestreo Aleatorio y Geometría Muestral:* 1.1 La Geometría de la Muestra 1.2 Muestreo aleatorio y el valor esperado de la media muestral y matriz de covarianza 1.3 Varianza generalizada 1.4 Valor muestral de combinaciones lineales de variables aleatorias
2. *La Distribución Normal Multivariada:* 2.1 La densidad Normal multivariada y sus propiedades 2.2 Muestreo a partir de una distribución Normal multivariada y estimación de Máxima Verosimilitud 2.3 La distribución muestral de \bar{X} y S 2.4 Comportamiento de muestras grandes de \bar{X} y S 2.5 Evaluación de los supuestos de normalidad 2.6 Transformación para aproximación a Normalidad
3. *Componentes Principales:* 3.1 Componentes principales poblacionales 3.2 Variación muestral por componentes principales 3.3 Representación gráfica de componentes principales 3.4 Inferencia en muestras grandes 3.5 Geometría de los componentes principales
4. *Análisis Factorial:* 4.1 El modelo factorial ortogonal 4.2 Métodos de estimación 4.3 Rotación de factores 4.4 Scores de factores 4.5 Perspectiva y estrategia para el análisis factorial
5. *Análisis Discriminante:* 5.1 Separación y clasificación para dos poblaciones 5.2 El método de Fisher 5.3 El problema general de clasificación 5.4 Reglas de clasificación óptima para dos poblaciones 5.5 Clasificación con dos poblaciones Normal Multivariante 5.6 Evaluación de funciones de clasificación 5.7 Clasificación varias poblaciones 5.8 El método de Fisher para discriminar varias poblaciones
6. *Análisis de Cluster:* 6.1 Medidas de similaridad 6.2 Métodos de cluster jerárquicos 6.3 Métodos de cluster no jerárquicos 6.4 Scaling multidimensional 6.5 Representación gráfica

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4, 5 y 6	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 7 y 8	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] R. Johnson and D. Wichern, (1982), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Edit. Prentice Hall.
- [2] T.W. Anderson, (1984), *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, Edit. John Wiley & Sons. Second Edition.
- [3] W. Dillon and M. Goldstein, (1984), *Multivariate Analysis Methods and Applications*, Edit. John Wiley & Sons.
- [4] D. Morrison, (1967), *Multivariate Statistical Methods*, Edit. McGraw-Hill.

15.5.12. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados

Identificación

Asignatura:	Modelos Matemáticos Aplicados
Sigla:	MAT-304
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo 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:	Materias de Area de Aplicación
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es proporcionar al estudiante la experiencia de trabajar en un modelo matemático aplicado a un tema concreto y real.

Objetivos generales

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.

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 en base a datos reales
8. Solución del Modelo
9. Aplicación del Modelo a través de simulaciones
10. Interpretación de resultados

Modalidad de Evaluación

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

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

En función de las temáticas relacionadas con el modelo estudiado.

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:

1. Teoría de la Producción
2. Teoría del consumidor
3. Matriz de Insumo-Producto
4. Elementos básicos de macroeconomía
5. Modelo macro económico para el estudio de la pobreza. Modelo IMMPA
6. Implementación computacional del modelo
7. Calibración del modelo con datos reales
8. Solución base de un modelo
9. Simulación
10. Interpretación de resultados

15.5.13. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Economía

Identificación

Asignatura:	Modelos Matemáticos Aplicados - Area Economía
Sigla:	MAT-304
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo 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:	EST-386
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el desarrollo y la aplicación de los modelos matemáticos en el area de Economía

Objetivos generales

Estudiar tópicos de la Economía, principalmente de la Microeconomía, desde la perspectiva de optimización matemática.

Programa Sintético

Teoría de las Economías Domésticas. Teoría de la Empresa. Equilibrio General. La economía del Bienestar. Cálculo de Variaciones. Programación Dinámica.

Contenidos analíticos

1. *Teoría de las Economías Domésticas:* 1.1 El espacio de artículos 1.2 La relación de Preferencia 1.3 El problema neoclásico de la economía doméstica 1.4 Estática Comparada 1.5 La Preferencia Revelada 1.6 La Utilidad de Von Neumann-Morgenstern
2. *Teoría de la Empresa:* 2.1 La función de producción 2.2 Teoría Neoclásica de la Empresa 2.3 La estática comparada de la empresa 2.4 Competencia imperfecta: monopolio y monopsonio 2.5 Competencia entre unos pocos: oligopolio y oligopsonio.
3. *Equilibrio General:* 3.1 El enfoque clásico: Recuento de Ecuaciones e incógnitas 3.2 Tratamiento por programación lineal del insumo-producto 3.3 El enfoque neoclásico de exceso de la demanda 3.4 Estabilidad del equilibrio 3.5 El modelo de Von Neumann de una economía en expansión
4. *La economía del Bienestar:* 4.1 La geometría del problema en el caso $2 \times 2 \times 2$ 4.2 Equilibrio competitivo y optimalidad de Pareto 4.3 El fracaso del mercado 4.4 Optimalidad respecto del tiempo
5. *Cálculo de Variaciones:* 5.1 La ecuación de Euler 5.2 Condiciones necesarias 5.3 Condición de Transversalidad 5.4 Restricciones
6. *Programación Dinámica:* 6.1 El principio de Optimalidad y la ecuación de Bellman 6.2 Programación Dinámica y Cálculo de Variaciones 6.3 Solución por programación dinámica de los problemas de optimización de etapa múltiple

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5 y 6	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Algún examen parcial	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial, pero no el examen final. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] M. Intriligator, (1973), *Optimización Matemática y Teoría Económica*, Ed. Prentice-Hall Internacional.

15.5.14. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física**Identificación**

Asignatura:	Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física
Sigla:	MAT-304
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo 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:	FIS-206
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el desarrollo y la aplicación de los modelos matemáticos en el area de Física.

Objetivos generales

Estudiar tópicos de la Física, principalmente Sistemas Dinámicos, Fractales, Procesos aleatorios, Percolación, Autómatas Celulares, Fenómenos críticos y Redes Neuronales.

Programa Sintético

Solución numérica de las ecuaciones diferenciales parciales. Movimiento caótico de Sistemas Dinámicos. Ondas y modos normales. Fractales. Procesos aleatorios. Percolación. Autómatas Celulares. Fenómenos críticos. Redes Neuronales. Programación.

Contenidos analíticos

- Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Parciales:* Métodos particulares para la solución de ecuaciones diferenciales parciales con diferentes condiciones de contorno orientados a resolver problemas de transmisión de calor, ecuaciones de Lagrange y ecuaciones de Maxwell.
- Movimiento caótico de Sistemas Dinámicos:* 2.1 Mapas unidimensionales 2.2 Propiedades universales y autosimilaridad 2.3 Medida de caos 2.4 Control de Caos 2.5 Mapas multidimensionales 2.6 Modelo de Lorenz 2.7 Péndulo amortiguado 2.8 Caos en sistemas hamiltonianos
- Ondas y Modos Normales:* 3.1 Osciladores acoplados y modos normales 3.2 Transformada de Fourier 3.3 Movimiento de ondas 3.4 Interferencia y difracción 3.5 Transformada rápida de Fourier
- Fractales:* 4.1 Dimensión Fractal 4.2 Fractales regulares 4.3 Procesos de crecimiento de fractales 4.4 Fractales y caos 4.5 Muilfractales
- Procesos Aleatorios (optativa):* 5.1 Orden y desorden 5.2 Variables Aleatorias, la distribución de Poisson 5.3 Camino aleatorio 5.4 Camino aleatorio y principio de mínima acción 5.5 Teorema Central del Límite 5.6 Método de Montecarlo aplicado a un problema variacional 5.7 Camino aleatorio para la solución de la ecuación de Laplace 5.8 Integración vía método de montecarlo, 5.9 Análisis de errores 5.10 Camino aleatorio en dos dimensiones 5.11 ecuación de difusión
- Percolación:* 6.1 Introducción 6.2 Aglomerados 6.3 Modelo unidimensional 6.4 Percolación en Redes cuadradas 6.5 Percolación continua 6.6 Cluster 6.7 Exponentes críticos 6.8 Grupos de normalización
- Autómatas Celulares:* 7.1 Introducción 7.2 Autómatas celulares aleatorios 7.3 Autómata de Domany-Kinzel 7.4 Percolación direccionada 7.5 Autómatas Celulares unidimensionales 7.6 El Juego de la Vida 7.7 Autómatas Celulares de dos dimensiones 7.8 Propiedades estadísticas de autómatas celulares 7.9 Sistemas inmunológicos

8. *Fenómenos Críticos*: 8.1 Fenómenos críticos en la Física 8.2 Exponentes críticos 8.3 Transiciones de Fase 8.4 Quiebra espontanea de simetría 8.5 Campo medio 8.6 Modelo de terremotos 8.7 Fuego en la floresta 8.8 Equilibrio puntuado
9. *Redes Neuronales*: 9.1 Modelo de Hopfiel 9.2 Modelo de vidrios de Spin 9.3 Algoritmos genéticos
10. *Programación*: 10.1 Durante todo el curso se estudiará al final de cada clase métodos de programación estructurada y de programación orientada a objetos usando los lenguajes C/C++ y Java

Modalidad de Evaluación

La evaluación consistirá en 5 listas de ejercicios las cuales tienen que ser presentadas con los programas escritos en C o en Java sin errores. cada lista tiene un cierto puntaje y corresponde a cada uno de los capítulos. La evaluación final consistirá en un proyecto adecuado al curso y tendrá una ponderación mayor

Métodos y Medios

Los métodos de aplicación del proceso curricular de la materia están contenidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje centrada en el alumno para lograr un aprendizaje *significativo* con razonamientos *inductivos* y *deductivos* y un aprendizaje por *descubrimiento programado, orientado, puro libre y al azar* que permita al estudiante desarrollar su potencialidad *creativa*, y entre los medios tenemos a docentes calificados con post grados en Matemática y en Educación, una biblioteca especializada con textos de todas las materias, servicio de internet, aplicaciones computacionales para ajustar los modelos y otros equipos educativos en la vía de una educación personalizada.

Bibliografía

- [1] Gould-Tobochnik, (1996), *An Introduction to Computer Simulation Methods*, Adison Wesley Publishing Company.
- [2] Moyses Nussenzveig, (1999), *Complejidad y Caos*, Ed. UFRJ COPEA.
- [3] T. Tomé y M. Olivera, (2001), *Dinámica Estocástica*, USP.

15.5.15. MAT-304: Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física Teórica

Identificación

Asignatura:	Modelos Matemáticos Aplicados - Area Física Teórica
Sigla:	MAT-304
Area Curricular:	Modelos Matemáticos
Modalidad:	Semestral
Nivel Semestral:	Décimo 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:	FIS-206
Carreras destinatarias:	Matemática y Area de Ciencia y Tecnología

Objeto de la Materia

El objeto de la asignatura es el desarrollo y la aplicación de los modelos matemáticos en el area de Física Clásica.

Objetivos generales

Desarrollar el formalismo de la *Física-Teórica* y la *Física-Matemática* relacionada a la fundamentación, estudio y modelaje realista de la *Física Clásica* de los medios discretos y medios continuos. La introducción en la Mecánica de conceptos modernos, tales como el grado de libertad, espacios de configuración y de fases, los principios variacionales de la naturaleza y otros, hacen que esta materia tenga validez no nulo en el ambiente académico educativo universitario, sino también en areas de ingenieriles y de aplicación tecnológica especialmente en las areas de Física Computacional y sus disciplinas afines. Si se considera a la Física como la reina de las ciencias naturales, entonces la Mecánica Clásica (también llamada en sus versiones universitarias *Mecánica Teórica* o *Mecánica Analítica* y su versión informática *Mecánica Clásica Computacional*) es la reina de las disciplinas de la Física por su sin fin de aplicaciones y sus consecuencias en las otras ramas de las Ciencias Físicas mismas y Naturales. Además el presente módulo ofrece la posibilidad de ser dictada de manera computacional por medio de sistemas algebraicos computacionales (CAS) a la par del avance de los diferentes capítulos o partes que conforman el programa.

Programa Sintético

Mecánica Newtoniana. Mecánica de Lagrange. Mecánica de Hamilton. Simetrías del Movimiento y la Mecánica Tensorial. Mecánica de Medios Continuos. Mecánica variacional de Medios Continuos. Física Clásica Computacional.

Contenidos analíticos

1. *Mecánica Newtoniana*: 1.1 Geometría Diferencial Aplicada al estudio de curvas de trayectoria en el espacio físico 1.2 Mecánica vectorial y Mecánica escalar de sistemas físicos conformados por una y varias partículas 1.3 Aplicaciones sencillas relacionadas a sistemas mecánicos discretos y cuerpos rígidos
2. *Mecánica de Lagrange*: 2.1 Los conceptos del grado de libertad del movimiento y de coordenada generalizada 2.2 El principio de Hamilton y el formalismo de Lagrange de Mecánica Clásica 2.3 Funciones de Lagrange modificadas 2.4 Aplicaciones: El problema de Kepler y la gravitación clásica, el sólido rígido, etc.
3. *Mecánica de Hamilton*: 3.1 Transformaciones de Legendre 3.2 La función de Hamilton y las ecuaciones canónicas de movimiento 3.3 El espacio de fases 3.4 Corchetes de Poisson, de Dirac, y de

- Lagrange 3.5 Sistemas restringidos y sistemas singulares 3.6 restricciones de primera y segunda clase
4. *Simetrías del movimiento y la Mecánica tensorial:* 4.1 Sistema de referencia inerciales 4.2 Las transformaciones de Galileo 4.3 El Teorema de E. Noether las propiedades de homogeneidad e isotropía del tiempo del espacio 4.4 La descripción mecánica de la naturaleza respecto de sistemas de referencia no inerciales 4.5 Transformaciones entre sistemas de referencia y sus consecuencias dinámicas 4.6 Ecuaciones de movimiento en sistemas de referencia no inerciales 4.7 Aplicaciones: Pseudo-fuerzas en sistemas de referencia rotantes, estudio de Euler del sólido rígido, colisiones y fenómenos de dispersión, etc.
5. *Mecánica de medios Continuos:* 5.1 Caracterización de sistemas mecánicos con infinitos grados de libertad 5.2 La ecuación de continuidad y la ecuación de Euler 5.3 Termodinámica de medios continuos 5.4 Aplicaciones: Mecánica de fluidos, mecánicas de medios elásticos, etc.
6. *Mecánica Variacional de Medios Continuos:* 6.1 El formalismo de Lagrange y el principio de Hamilton para sistemas distribuidos 6.2 Densidades de Lagrange y ecuaciones de campo 6.3 Formalismo de Hamilton y ecuaciones canónicas de campos 6.4 Caracterización de sistemas mecánicos con infinitos grados de libertad 6.5 Electrodinámica de medios continuos 6.6 Teoría de calibre 6.7 Medios cuánticos
7. *Física Clásica Computacional:* Por medio de esta unidad se pondrá en conocimiento práctico del educando los últimos adelantos de la ciencia computacional relacionadas al campo de las ciencias naturales y de la enseñanza, así también sus múltiples aplicaciones en Física, Matemática, Química, Biología, áreas aplicadas de ingeniería y en especial el área de Informática. Se dará énfasis en el uso de los principales CAS como MuPAD, Maple, Mathematica. Además se aplican los métodos y formalismos descritos por cada una de las disciplinas de la Física Clásica en forma de algoritmos computacionales.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es parte del proceso de elaboración de proyectos con aplicaciones computacionales de las diferentes partes desarrolladas.

Bibliografía

- [1] Herbert Goldstein, *Mecánica Clásica*, Adison Wesley Company Inc.
- [2] Dare A. Wells, *Dinámica de Lagrange*, Mc. Graw-Hill
- [3] Landau y Lifshitz, *Mecánica*, Ed. Reverté S.A.
- [4] Landau y Lifshitz, *Electrodinámica*, Ed. Reverté S.A.
- [5] Landau y Lifshitz, *Mecánica de Fluidos*, Ed. Reverté S.A.
- [6] Landau y Lifshitz, *Teoría de Elasticidad*, Ed. Reverté S.A.

Mas los textos clásicos de *Teoría Clásica y Cuántica de Campos*, también de *Teorías de Relatividad Einsteiniana*

Apéndice A

Materias de Servicio

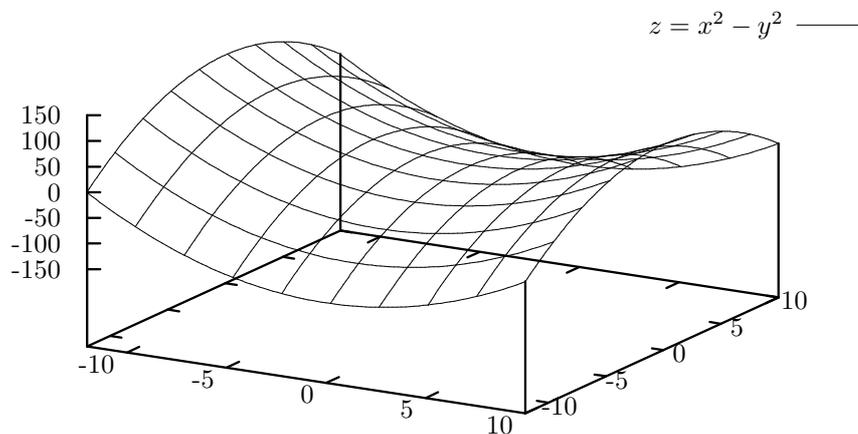


Figura A.1: Punto Silla

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 tenía 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:	Algebra Elemental
Carreras destinatarias:	Ciencias Sociales, Area Ciencia y Tecnología.

Introducción

Debido que al Álgebra es producto del razonamiento lógico, no solo es una disciplina, sino es un enlace entre las teorías y sobretodo se quiere reconocer ello en la matemática aplicada, empleada en especial en la carrera de Sociología, mostrar su alcance y su gran utilidad.

Objetivos generales

Los objetivos que se persiguen con el curso son:

- 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 a Desarrollar

- 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.

Metodología

Como se propone en el programa se realizará una introducción de forma paulatina, partiendo de construcciones motivadas, derivando de modo lógico las propiedades, ilustrando mediante explicaciones claras y presentando ejemplos previamente seleccionados, tratando de resaltar la relación con el medio en el cual se desenvuelve el estudiante.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Bibliografía

- [1] Grimaldi, (1997), *Matemática Discreta y Combinatoria*, Ed. Addison–Wesley, 3ra. Edición, México.
- [2] Armando Rojo, (1970), *Algebra I*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- [3] Cárdenas, Lluís y Raggi, (1980), *Algebra 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:	Algebra Elemental (Pre-Facultativo)
Carreras destinatarias:	Area Ciencia y Tecnología.

Objetivos generales

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.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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).

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2, 3 y 4	30 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 5, 6 y 7	30 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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), *Algebra I*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- [5] Cárdenas, Lluís y Raggi, (1980), *Algebra Superior*, Ed. Trillas, México.

A.2.2. MAT-132: Cálculo I

Identificación

Asignatura:	Cálculo I
Sigla:	MAT-132
Area Curricular:	Análisis
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 Ciencia y Tecnología.

Objetivos generales

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.

En lo científico, al terminar y aprobar la materia el estudiante podrá aplicar los conceptos de límite, la derivada y la integral en la resolución de problemas teóricos y aplicados mediante el uso de los teoremas de límites, las reglas de derivación y métodos de integración indefinida en la aplicación del teorema fundamental del cálculo.

En lo personal, se trata de que el alumno aprenda a escribir y a expresarse con un lenguaje técnico formal matemático con mayor fluidez y precisión. Se considera que la asignatura contribuye a la formación intelectual, ya que entre otras cosas ayuda a la organización, lógica del pensamiento y razonamiento, desarrolla la actividad mental y así favorece a la imaginación, la intuición y la creatividad, forma el espíritu científico dando objetividad, precisión y gusto por el uso de la computadora como una herramienta práctica en las aplicaciones.

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 inequaciones. 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3, 4 y 5	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 6 y 7	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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] Hassler, 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:	Análisis
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 Ciencia y Tecnología.

Objetivos generales

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.

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

- Vectores:* 1.1 Vectores en dos dimensiones. 1.2 Producto escalar. 1.3 Proyección ortogonal. 1.4 Producto vectorial. 1.5 Producto Mixto.
- Geometría Analítica Sólida:* 2.1 La recta. 2.2 El plano. 2.3 Superficies cuádricas. 2.4 Coordenadas cilíndricas y esféricas.
- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	20 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4	20 %
Tercer Parcial	Capítulo(s) 5, 6 y 7	20 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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] Hassler, 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: Algebra Lineal

Identificación

Asignatura:	Algebra 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 generales

- Brindar al estudiante conocimientos de las partes esenciales de los fundamentos del Álgebra Lineal.
- Preparar al alumno para desarrollar aplicaciones, mediante la comprensión de los fundamentos teóricos.
- Presentar el desarrollo de la materia de tal modo que se tienda a afianzar la sensibilidad y el apego por la precisión en los argumentos y pruebas empleados.
- Mostrar la potencial aplicabilidad de la materia en diversas áreas, particularmente aquellas relacionadas con el área de ciencia y tecnología.

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.

Modalidad re Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2, 3 y 4	30 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 5, 6 y 7	30 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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 Ciencia y Tecnología.

Objetivos generales

Proporcionar una introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias y sus aplicaciones siguiendo los siguientes lineamientos:

1. *Demostrar*, como las ecuaciones diferenciales pueden ser útiles en la solución de variados tipos de problemas, en particular, mostrar al estudiante como *Traducir problemas* a un *lenguaje de ecuaciones diferenciales*, esto es, establecer la formulación matemática de problemas. *Resolver* la ecuación diferencial sujeta a condiciones dadas. Interpretar las soluciones obtenidas.
2. *Motivar*, a los estudiantes de modo que se consiga un entendimiento de los tópicos y se desarrolle un interés. Esto se hace por medio de ayudas como: ejemplos, preguntas y problemas para la discusión.
3. *Proporcionar* al estudiante, métodos para resolver ecuaciones diferenciales que pueden aplicarse a diferentes grupos de problemas reales.

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. Series de Fourier.

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 que 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 Transformadas 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 $\frac{dx}{dt} = P(t)x + g(t)$ 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 $\frac{dx}{dt} = f(x, y)$, $\frac{dy}{dt} = g(x, y)$. 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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1, 2 y 3	25 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 4 y 5	25 %
Examen Final	Todos los Capítulos	35 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

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 generales

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.

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.

Modalidad de Evaluación

La evaluación es *formativa periódica* y *sumativa*, los exámenes parciales o finales pueden ser escritos u orales.

Examen	Temas	Ponderación
Primer Parcial	Capítulo(s) 1 y 2	30 %
Segundo Parcial	Capítulo(s) 3 y 4	30 %
Examen Final	Todos los Capítulos	25 %
Prácticas	Todos	15 %
Recuperatorio	Sobre el examen dado	El mismo
		100 %

Se puede recuperar cualquier examen parcial. La nota del examen de recuperación reemplaza al puntaje anterior.

Bibliografía

- [1] Jerrold E. Marsden, (1973), *Basic Complex Analysis*, Ed. Freeman and Company, USA.
- [2] Alcides Lins Neto, (1993), *Funções 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.

Apéndice B

Documentos

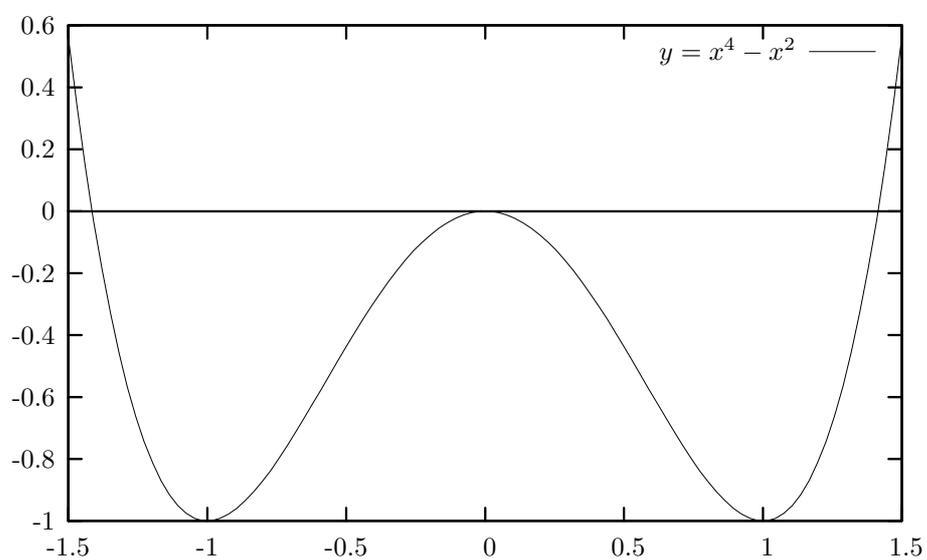


Figura B.1: Curva Polinomial de Grado 4

B.1. Resolución HCU 168/03

A 25 de Junio del 2003

VISTOS Y CONSIDERANDO:

Que, el Honorable Consejo Universitario en su sesión ordinaria de la fecha ha tomado conocimiento de la nota Cite CAU/143/03 enviada por el Ing. Iván Irazoque Tobias, Vicerrector de la Universidad Mayor de San Andrés, en la que solicita a la máxima instancia de gobierno universitario la aprobación del Plan de Estudios reestructurado presentado por la Carrera de Matemática de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

Que, en plenaria de la Comisión de Postgrado de la Universidad Mayor de San Andrés, reunida el 19 de mayo del año en curso se procedió a la revisión correspondiente no existiendo observación alguna.

Que, mediante Resolución de Consejo de Carrera de Matemática 80/02 de fecha 8 de octubre del 2002, solicita la aprobación del Documento del Plan de Estudios Reestructurado del Plan 1994, que en adelante se denominará Plan 2002 de la Carrera de Matemática de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

Que, es importante regularizar el Plan de estudios 2002 desde la presente gestión.

Que, el I Congreso Interno de la Carrera, llevado a cabo del 9 al 11 de Marzo del año 2000, determinó la Reestructuración del Plan de Estudios vigente.

Que, los Planes de Estudio están dentro de un proceso dinámico conforme al avance de la Ciencia Matemática y de la sociedad local, por lo que es necesario revisar los planes de estudio periódicamente.

Que, el Honorable Consejo Universitario en consideración de los antecedentes del caso, ha determinado dictar la presente resolución.

POR TANTO

RESUELVE:

Artículo Primero.- Aprobar el Plan de Estudios Reestructurado del Plan 1994 denominado PLAN 2002 de la Carrera de Matemática, dependiente de la facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés.

Artículo Segundo.- Regularizar la vigencia del Plan de Estudios desde la gestión académica 2002.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Firmado: Dr. Gonzalo Taboada López, RECTOR UMSA

Firmado: Ing. Juan Fernando López Deheza, SECRETARIO GENERAL UMSA

/rao

B.2. Formato del Perfil de Tesis

El Perfil de Tesis es una propuesta de trabajo de investigación sobre un tema no curricular de una de las áreas del Plan Académico de la Carrera de Matemática. El estudiante avanzado efectúa, en principio, una amplia exploración temática, apelando a bibliografía y artículos científicos actuales, hasta identificar un ámbito temático adecuado y plantear, en consecuencia, una estrategia de investigación y desarrollo. Esos ingredientes, debidamente fundamentados y avalados, configuran el perfil de tesis, con el enunciado explícito de objetivos, la presentación descriptiva y analítica de la problemática que se aborda, las sucesivas metas que conducen a los objetivos, las tareas necesarias, el tema central de investigación, los resultados esperados y las fuentes de información. Debe justificarse la viabilidad del trabajo, en nuestro medio, y el impacto esperado local, regional, nacional o internacional, proponiendo un cronograma realista que culmine con la defensa en un término aconsejable de 6 meses.

B.2.1. Estructura de la Propuesta

Para la rápida lectura de la Comisión Revisora del Perfil de Tesis y su posterior aprobación de la misma por el HCC, la propuesta de investigación debe contener como mínimo las siguientes partes con contenidos explicados brevemente:

1. Título:

- a) Título: Nombre del Proyecto de Investigación
- b) Autor: Nombre del tesista
- c) Dirección: E-mail, casilla de correo, teléfono, etc. para contactos y correspondencia académicas
- d) Tutor: Nombre del profesional Guía o Tutor del trabajo de tesis (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 en función de la importancia del quehacer científico residente, tanto para el Estado, como para la Sociedad Civil.

3. Antecedentes

En esta sección, se debe incluir la descripción y el *análisis de los trabajos precedentes* al tema de investigación propuesto, remarcando los resultados que se consiguieron y la importancia de seguir investigando en esa línea.

4. Planteamiento del Problema: (por qué)

En esta sección se debe *discutir* el tema de investigación, resaltando la contribución de los resultados previos, justificando el tema elegido como objeto de interés teórico o aplicado; para ello, debe enunciarse claramente el problema que se pretende resolver y los resultados más importantes que se demostrarán 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 para conseguir los resultados esperados en función de los objetivos enunciados con relación al tema focal.

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. Metodología: (cómo)

En esta sección se describe *cómo* se desarrollará el trabajo de investigación; generalmente, se aborda primero el marco conceptual y el 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.

8. Fuentes: (de dónde)

En esta sección, se deben incluir las distintas *fuentes de información* que se consultarán para realizar el trabajo de tesis, 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.

9. Medios: (con qué)

En esta sección, se debe incluir la descripción de aquellos *recursos* que serán utilizados para desarrollar la investigación conforme a la metodología adoptada.

10. Contenido: (qué)

En esta sección, se debe incluir una secuencia temática tentativa, configurada según objetivos declarados previamente.

11. Cronograma: (cuándo)

En esta sección se incluye la programación de las actividades que conducen a la edición de la tesis y a su defensa.

Índice alfabético

- Actividad Académica, 18
Actividad de Investigación, 18
Actividad Inter. Social, 19
Análisis FODA, 11
Aplicar la Matemática, 35
Area de Algebra, 37
Area de Análisis, 38
Area Geometría y Topología, 39
Area Matemática Aplicada, 39
- Bachiller Superior, 47
Bachiller Superior 1983, 4
- Cargas Horarias, 46
Carrera de Matemática, 7
Ciclos, 32
Comité Ejecutivo, 18
Composición HCC, 17
Convalidaciones, 63
Creación, 7
Curricula 1967 a 1983, 8
Curricula 1994, 9
- Defensa de Tesis, 61
Difundir la Matemática, 35
Disciplina formativa, 27
- Educación Matemática, 41
Egreso, 62
ELM-251: Intr. Teoría de Números, 151
ELM-252: Intr. Análisis Numérico, 147
ELM-253: Geometría No Euclidiana, 155
ELM-256: Investigación Operativa, 163
ELM-262: Análisis Matricial, 149
ELM-263: Geometría Proyectiva, 159
ELM-264: Prog. Lineal y No Lineal, 161
ELM-266: Estadística Matemática, 165
Enculturación, 25
EST-384: Series de Tiempo Univ., 235
- EST-386: Modelos Lineales, 233
EST-394: Series de Tiempo Mult., 237
EST-396: Análisis Multivariante, 239
Estadísticas, 14
Estructura Plan Estudios, 37
Estructura Siglas, 42
Exámenes, 54
- Filosofía de la Profesión, 28
FIS-100: Física Básica I, 107
FIS-102: Física Básica II, 115
FIS-200: Física Básica III, 167
FIS-206: Física Moderna, 221
FIS-282: Mecánica Cuántica, 223
Formación Profesional, 25, 27
Formato Perfil de Tesis, 59, 269
- Graduación, 58
- HCC, 17
Historia de Matemática, 7
Homologaciones, 63
- IIMAT, 19
Infraestructura, 68
Ingreso, 57
- Licenciatura 1994, 4
Licenciatura en Matemática, 23
- MAT-111: Algebra I, 75
MAT-112: Cálculo Dif. Integral I, 77
MAT-113: Geometría I, 79
MAT-114: Intr. a Modelos Mat. I, 83
MAT-117: Computación I, 87
MAT-121: Algebra II, 89
MAT-122: Cálculo Dif. Integral II, 91
MAT-123: Geometría II, 93
MAT-124: Intr. a Modelos Mat. II, 97

- MAT-127: Computación II, 99
 MAT-130: Álgebra, 253
 MAT-131: Álgebra Lineal I, 101
 MAT-132: Cálculo Dif. Integral III, 103
 MAT-132: Cálculo I, 255
 MAT-134: Análisis Combinatorio, 105
 MAT-134: Cálculo II, 257
 MAT-136: Álgebra Lineal, 259
 MAT-141: Álgebra Lineal II, 109
 MAT-142: Cálculo Dif. Integral IV, 111
 MAT-144: Prob. y Estadística, 113
 MAT-251: Lógica y Conjuntos, 119
 MAT-252: Análisis I, 121
 MAT-255: Ecuaciones Diferenciales I, 123
 MAT-261: Álgebra Abstracta I, 125
 MAT-262: Análisis Complejo I, 127
 MAT-263: Topología General, 129
 MAT-274: Cálculo III, 261
 MAT-278: Cálculo IV, 265
 MAT-301: Tópicos de Álgebra, 179
 MAT-302: Tópicos de Análisis
 Algebras de Banach, 189
 Análisis Funcional Aplicado, 191
 Intro. Teoría de Control Optimal, 187
 Tópicos de Análisis, 185
 MAT-303: Tópicos de Geo-Top.
 Geometría Riemanniana, 213
 Grupos de Lie, 211
 Introd. Geometría Riemanniana, 209
 Tópicos de Topología, 215
 Tópicos Geo. Topología, 207
 MAT-304: Modelos Matemáticos
 Area Economía, 243
 Area Física, 245
 Area Física-Teórica, 247
 Modelado Matemático, 241
 MAT-371: Álgebra Abstracta II, 133
 MAT-372: Análisis II, 135
 MAT-373: Geometría Diferencial, 137
 MAT-381: Álgebra Homológica, 139
 MAT-382: Análisis Funcional I, 141
 MAT-398: Seminario de Pre-Tesis, 143
 MAT-399: Seminario de Tesis, 144
 MAT-99: Introducción a la Matemática, 251
 Materias de Servicio, 249
 Materias Electivas, 43
 Materias Optativas, 43
 Modalidad de Graduación, 58
 Modalidad de Ingreso, 57
 Objetivos Bachiller, 50
 Objetivos de Licenciatura, 30
 OPM-300: Filosofía de la Matemática, 227
 OPM-301: Geometría Algebraica, 175
 OPM-303: Topología Diferencial, 205
 OPM-305: Sistemas Dinámicos, 197
 OPM-380: Lógica Matemática, 171
 OPM-381: Teoría de Números, 173
 OPM-382: Análisis Complejo II, 181
 OPM-383: Variedades Diferenciables, 201
 OPM-384: Análisis Numérico, 193
 OPM-385: Ecuaciones Diferenciales II, 195
 OPM-386: Teoría de Probabilidades, 217
 OPM-387: Teoría de la Computación, 225
 OPM-390: Historia de la Matemática, 229
 OPM-391: Álgebra Conmutativa, 177
 OPM-392: Análisis Funcional II, 183
 OPM-393: Topología Algebraica, 203
 OPM-395: Ec. Dif. Parciales, 199
 OPM-396: Procesos Estocásticos, 219
 Organigrama, 17
 Pensum 2002, 48
 Pensum Bachiller Superior, 52
 Pensum Licenciatura, 47
 Perfil Bachiller Superior, 50
 Perfil Profesional, 26
 Pre-requisitos, 54
 Prefacultativo, 57
 Presectorial Facultativa, 8
 Problemas Profesionales, 27
 Proceso Profesional, 30
 Programas de Materias, 73
 Recursos Humanos, 67
 Res. HCU 057/96, 3
 Res. HCU 168/03, 268
 Seminario de Pre-Tesis, 59
 Seminario de Tesis, 61
 Servicios a Matemática, 44

Siglas, 42

Título Profesional, 62

Tabla Convalidaciones, 64

Tesis, 61