UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
CARRERA DE MATEMÁTICA

PLAN DE ESTUDIOS 1994

Lic. Santiago Conde Cruz
Lic. Miguel Yucra Calle
Lic. Mario Paz Ballivian

Univ. Jimmy Santamaria Trrez
Univ. Charlie Lozano Correa

Por Resolución de Asamblea Docente Estudiantil
La Paz, septiembre de 1999

Contenido

Capítulo 1

Introducción

El Honorable Consejo de la Carrera de Matemática de fecha 15 de julio de 1993 aprobó en sesión extraordinaria el proyecto de Diseño Curricular presentado por encargo de este Consejo, por el Lic. Santiago Conde Cruz, y el Lic. Luis Tordoya Lazo, docentes de la Carrera que asistieron al Curso de Formación Docente auspiciado por la Universidad Mayor de San Andrés entre noviembre, 1992 y junio 1993, sobre la temática relacionada al Diseño Curricular.

La metodología escogida fue la de reuniones semanales de la carrera con participación docente estudiantil, de discusión del plan propuesto durante el semestre II/93, plan que consideró la invitación de profesionales en tres etapas específicas del mismo. La primera etapa, Análisis de los curricula que fueron implementados en la Carrera, la segunda etapa, la determinación del perfil profesional, y la tercera el análisis de la relación de la ciencia matemática con otras áreas del conocimiento. En la primera fueron invitados: Lic. Rubén Belmonte C., Prof. Alfonso Landívar S., Lic. Santiago Conde C., Lic. Luis Tordoya L., Lic. Ramiro Lafuente R. y Lic. Miguel Yucra C.. En el segundo punto fueron invitados: Dr. Alfredo Jiménez M., Dr. Oscar Pino O. y Lic. Mario Paz Ballivián. En el tercero fueron invitados: Lic. Rubén Belmonte C. (Estadística), Ing. René Reynaga (Informática), Dr. Miguel Peñafiel (Física), Dr. Ríos (Medicina), Ing. Roger Saravia (Ingeniería), Dr. Rolando Morales A. (Economía), Dr. Gustavo Gottret (Psicología), Dr. Perotto (Pedagogía). A quienes la Carrera de Matemática quiere expresar su reconocimiento a la contribución que han hecho a que este proyecto tenga la posibilidad de plasmar las necesidades que el desarrollo del conocimiento requiere de la ciencia matemática, agradeciéndoles por la deferencia que han prestado a las invitaciones cursadas por esta unidad académica. Este proyecto trata de reflejar en alguna medida las discusiones, charlas sobre una mesa de café, discusiones durante el receso de verano 1993, y un sin número de oportunidades en las que los mismos de esta unidad académica han puesto de sí. En particular queremos expresar nuestro agradecimiento y reconocimiento a la labor desarrollada por el Dr. Alfredo Jiménez M. de nacionalidad Mexicana, Docente de la Universidad Estatal de Pensilvania quién nos visita por la gestión julio 1993 a junio 1994, sin cuya intervención, paciencia, amabilidad, desinterés y aporte intelectual este proyecto hubiera posiblemente tenido otra suerte. Y en general, a la comunidad de la Carrera de Matemática, docentes y estudiantes quienes han hecho posible este proyecto.

Dr. Javier Guachalla Hurtado, Jefe de Carrera

La Paz, 26 de marzo de 1994

Parte I

Análisis

Capítulo 2

Antecedentes de la Carrera de Matemática

La Carrera de Matemática se crea el 28 de marzo de 1967 como unidad académica en el Instituto de Ciencias Básicas para responder a la creciente necesidad de apoyo en matemáticas de otras carreras particularmente de las carreras de Ingeniería, de forma estructuradas y formalizando la licenciatura en matemáticas como una profesión más al servicio del país dentro del área de las ciencias básicas.

En la Carrera de Matemáticas en el cuarto de siglo de vida que tiene se han implementado cuatro curricula, el primero cuando nace en 1967, el segundo en 1974, el tercero en 1976 y finalmente, el plan actual de estudios en 1983. Nuestra unidad académica ha tenido en su plantel docente distinguidos profesores que han permitido a nuestra carrera formar profesionales al servicio de la educación superior. Entre los estudiantes que han pasado por nuestras aulas existen profesionales que han establecido de manera fehaciente que nuestra unidad académica ha cumplido los objetivos de la misma en la formación fundamental básica del estudiatne, en el área de la matemática teórica. Entre estos podemos señalar a un destacado investigador en universidades extranjeras. Así también aquellos profesionales salidos de nuestras aulas que han contribuído al desarrollo de la ciencia matemática en diferentes universidades de nuestro país, particualrmente Potosí, Cochabamba y Santa Cruz.

Sin embargo, la evolución natural y exponencial de la ciencia matemática, el desarrollo de nuevas teorías y la aplicación cada vez más importante de la matemática en otras áreas profesionales, nos compromete a encarar de manera impostergable el diseño de un nuevo plan de estudios.

Capítulo 3

Diagnóstico

3.1 Evaluación de los curricula de la Carrera de Matemática

3.1.1 Currículum 1967 (1er Currículum de la Carrera de Matemática)

El primer pensum de la carrera estaba estrechamente vinculado a ingeniería. Se ingresaba a la universidad mediante un examen de ingreso en la que se consideraban las materias de geometría, trigonometría, álgebra, física, química y dibujo. La enseñanza del cálculo era destinada a los estudiantes de ingeniería, así estas materias dan formación particularmente calculista. Los docentes eran autodidactas, mencionamos como ejemplo la materia de cálculo combinatorio, cuyo docente era un abogado aficionado a las matemáticas. Con relación a los estudiantes, aquel alumno que reprobaba en dos materias no podía continuar hasta no aprobar en esas materias. El plan de estudios estaba elaborado para cinco años semestralizados, siendo el último semestre para la elaboración de la tesis de licenciatura. Egresaron en este plan de estudios: Dr. F. Thaine, Dr. Pino, Schultze quién fue becado a Chile y se graduó allá, luego R. Zegarra y R. Belmonte en estadística (matemáticas aplicadas).

3.1.2 Currículum 1974 (2do. Currículum de la Carrera de Matemática)

En esta época continúa el plan semestral, el año tenía dos semestres y el plan de estudios era de cinco años. Algunas materias de especialidad, como por ejemplo análisis funcional eran dictadas de manera superficial. Se tenía el sistema de créditos, siendo que cada materia valía de 3 a 5 créditos, dependiendo de la misma. El departamento de matemática prestaba servicios a toda la universidad. Los otros departamentos se independizaron posteriormente debido a demasiada exigencia. Según los documentos encontrados, la carrera de matemática ya tiene en aquel pensum objetivos basados en las siguientes interrogantes: Qué enseñar?, Para qué?, Cómo?. Esta documentación fue hecha en la época del CNES, mostraba una universidad ordenada, cumpliendo con una burocracia exigida, fue así que los docentes improvisaron de manera rápida estos objetivos. Se hace notar que el plan de estudios anterior era más coherente.

3.1.3 Currículum 1976 (3er. Currículum de la Carrera de Matemática)

El ingreso a la universidad se hacía mediante examen de ingreso que comprendía dos partes, una parte consistía en conocimientos y otra, un examen psicotécnico. Durante los semestres del 1ero. al 5to. se llevaban materias comunes a todos. A partir del sexto semestre se llevan materias de especialidad. No habían docentes para algunas materias, a veces el alumno buscaba al docente apropiado y de alguna manera se ponía de cuerdo para el dictado de la materia. El Plan de Estudios no tenía perfil profesional.

3.1.4 Currículum 1983 (4to. Currículum de la Carrera de Matemática)

Curriculum actual de la Carrera de Matemática. Existe un problema político en esta época y es la lucha por el presupuesto universitario, razón por la que los semestres son relativamente irregulares. A la pregunta, existen objetivos de la carrera?, sólo se sabe que nace para prestar servicios. En esta época se consigue que no haya prerequisitos obligatorios de cada materia, esto por distintas razones: entre otras cosas para conseguir la beca-comedor (experiencias personales), y poder vencer al mismo tiempo dos materias una prerequisitos de la otra, pensando en aquellos estudiantes que ya "conocen" la primera. En la carrera de matemáticas se constituyen tres áreas: álgebra, análisis y topología. Se considera que el conocimiento obtenido en las materias básicas, no era suficiente para cursar las materias de especialidad. Los egresados de este plan de estudios se sienten capacitados para la enseñanza, preparar investigadores, interactuar con otras áreas y para la investigación. Consideramos que la Carrera actualmente es de buen nivel, inclusive algunas materias en otras universidades son consideradas en el nivel básico de la maestría. Tiene buenos prospectos. La licenciatura de nuestra carrera cuenta actualmente con un plan de estudios comparable con otras universidades latinoamericanas, se piensa que estamos en un buen camino y que necesitamos tiempo para llegar a la investigación.

Por tanto el nuevo plan de estudios deberá reflejar mejoras en aspectos didáctico-pedagógicos y complementar las áreas con cursos que permitan pasar al nivel del avance actual de la matemática, particularmente en las áreas que no se han venido desarrollando normalmente en nuestra unidad académica, como por ejemplo, Geometría Algebraica, Geometría Diferencial, etc.

3.1.5 Currículum 1994 (5to. Currículum de la Carrera de Matemática)

Desde 1994 se implementa un nuevo plan de estudios, y paralela a ésta funciona aún el antiguo plan de estudios hasta la gestión 1999.

Los contenidos y el enfoque de las materias del ciclo básico permiten al estudiante encarar con mayor madurez las materias del ciclo intermedio y de orientación. Sin embargo no existe una continuidad natural entre las materias del ciclo básico (estructurada adecuadamente) con las materias del ciclo intermedio (con programas y enfoques que provienen aún del programa anterior). El ciclo de orientación, de acuerdo a lo que fue planificdo no cumplio con los objetivos propuestos inicialmente.

Lamentablemente, el plantel docente no responde a las exigencias y objetivos de este plan de estudios.

Capítulo 4

Caracterización de la Profesión de Matemático

Invitados: Dr. J. Alfredo Jiménez M., Dr. Oscar Pino O., Lic. Mario Paz Ballivián.

Objeto de la profesión: ¿Qué es un matemático? ¿Qué hace un matemático? El matemático es el profesional que se dedica a la Matemática; donde, por dedicarse a la matemática entendemos: 1. Crear o generar Matemática 2. Difundir la Matemática 3. Aplicar la Matemática.

Usualmente, el matemático pone más énfasis en una de esas actividades; es decir, desarrolla en su labor profesional, de modo dominante, una de estas áreas de trabajo. Sin embargo, es deseable (de hecho, es un proceso en marcha) que el profesional matemático no esté compartimentalizado; y, que, por las limitaciones del medio, ejerza funciones en los tres ámbitos.

1. Hacer matemática consiste en aplicar el principio de que "A fuerza de ser creativo se alcanza la originalidad". Es decir, hacer Matemática no significa, en principio, producir Matemática nueva; sino, orientarse en ese propósito mientras se contribuye vivamente al desarrollo de esta disciplina en el País. Esto se realiza al: Plantearse sistemáticamente problemas de naturaleza matemática: actividad rutinaria que consiste formular problemas en un contexto teórico preciso (Razonamiento analógico inductivo); desarrollar soluciones razonables, en el sentido de recurrir, o si es necesario, introducir, mecanismos teóricos pertinentes, justificables rigurosamente y, en última instancia, formalmente (razonamiento lógico deductivo).

2. Por el tipo de problema (sencillo o complejo) es difícil afirmar su relevancia, importancia o transcendencia. La mejor manera de formular problemas es aprender de los grandes matemáticos. La elección de temas relevantes está ilustrada en el trabajo de éstos. Por ejemplo: Riemann, quién creó la Geometría Riemanniana, área en la que han trabajado posteriormente otros grandes matemáticos como Cartan, Weil, Chern, etc, sugiere cierta estategia: una aproximación conceptual al tema, una contextualizción y profundización teórica; la inserción de una iniciativa; y, una presentación rigurosa.

3. Difusión de la matemática: Consideramos ésta una tarea central, en la cual, destaca la Educación; debido al hecho fundamental de que, para la formación de recursos humanos, la Matemática y el Lenguaje conforman el tronco de la instrucción pública. La calidad de vida de los ciudadanos, de acuerddo a la ONU, esta en proporción a su nivel formativo, y éste es valorado en relación al aprendizaje de los contenidos estructurales (Matemática y Lenguaje) de la educación formal.

   Se toma muy en cuenta, naturalmente, las especificidades que hacen a la pertinencia de los contenidos, a la efectividad de las acciones, a la eficacia de las soluciones y a la eficiencia en el uso de los medios, aspectos que se reflejan en el Plan de estudios.

4. Aplicación de la matemática. Se presenta una creciente comprensión a cerca de la poderosa utilidad de la Matemática en el ejercicio de las profesiones y oficios actuales y emergentes. La formulación

de modelos (cuanto más matemáticos, más sencillos) hace que se tenga una gran presencia no sólo en escenarios tradicionales de aplicación de la Matemática (Ciencia y Tecnología) sino, también en la Economía, la Sociología y disciplinas an menos estructuradas.

Por tanto, el matemático aplicado tendrá un rol importante que jugar en el futuro, como ya lo hace en otras latitudes. Es así, que el nuevo plan de estudios implanta, con acertada visión, el área de Matemática Aplicada, sin limitar horizontes ni ámbitos, pero sí asegurando coherencia curricular, para garantizar, sin excepciones, profesionales que muestren excelencia, versatilidad y competencia.

Capítulo 5

La Interacción de la Matemática con otras profesiones

Como parte del Seminario de Diseño Curricular, la Carrera de Matemática invitó a profesionales de otras ramas del conocimiento a fin de intercambiar ideas sobre el rol de la matemática en otras ciencias. A continuación presentamos algunas de las ideas expuestas en las conferencia dictadas pro estos profesionales particularmente sobre los temas de sus carreras relacionadas con temas de la matemática.

5.1 Estadística

Invitado: Lic. Rubén Belmonte C.

Entre las áreas de la Estadística que tienen relación con la Matemática encontramos: La Teoría de probabilidades que tiene fundamento en la teoría de la medida, los procesos estocásticos tiene relación con lgebras de Líe y operaciones en conjuntos perfectamente delimitados. Las series cronológicas. (series de tiempo) con procesos de cálculo: particularmente con series, tema de análisis y con las series de Fourier, series algorítmicas y campos de transformaciones.

La probabilidad. Ligada también con la Investigación Operativa, demanda de la matemática discreta. (tema que actualmente no abordamos), tiene mucha demanda pues de algoritmos que luego se pueden tratar en el contexto del análisis numérico con informática. La investigación operativa. Necesita del álgebra lineal, incursiona en espacios vectoriales normados (su punto de partida?) involucra espacios de Banach, espacios de Hilbert, etc. El análisis multivariante tiene relación también con el álgebra lineal. En esta área se necesitan nociones de Espacios vectoriales normados, otorgonalidad. Relaciones con la teoría espectral. (se desarrolló por la necesidad de explicación de procesos multivariantes). El Muestreo que considera la Inferencia estadística bayesiana, y no paramétrica tiene relación con la Lógica. Intervalos de confianza múltiple. Particionar el espacio, así como las estimaciones puntuales, de intervalo. Estadística, matemática y el Análisis matemático. Existe una relación muy estrecha entre la Matemática y la Estadística.

5.2 Física

Invitado: Dr. Peñafiel

La relación de la Matemática y la Física es tan estrecha que la frontera entre la matemática aplicada y la física teórica es imposible de delimitar. La evolución de estas dos ciencias está ligada por la historia, historia donde problemas físicos han sido cuna de teorías matemáticas relevantes, así como resultados matemáticos se adelantaron a constataciones físicas. La física moderna no puede desarrollarse más sin la geometría diferencial así como la física cuántica sin el Análisis Funcional.

5.3 Informática

Invitado: Ing. Reinaga

La informática como ciencia joven pero de desarrollo exponencial en la segunda mitad del siglo tiene relación cada vez mayor con áreas de la matemática. Entre estas áreas mencionamos: Lógica, Ecuaciones Diferenciales, Estabilidad, Convergencia, Análisis, Caos, Espacios de fase, índices de Liapounov, Teoría de Grafos, Estadística, Procesos Estocásticos. Análisis de Fourier en digitalización de máquinas. Se sugiere no profundizar en los cursos para informáticos. Otros temas de Algebra que en otros países se llevan son: grafos, categorías, procesos estocásticos, simulación, teoría de colas y otros.

5.4 Medicina

Invitado: Dr. Ríos

Aunque a primera vista la matemática y la medicina, profesiones que por sus objetos de estudio, no parecerían tener relación alguna. En la actualidad, la necesidad de matemática en la medicina es cada vez más patente. Así por ejemplo, el matemático tendrá la necesidad de analizar y resolver modelos matemáticos surgidos de la investigación en problemas de medicina. Como ser modelos de funcionamiento cardíaco. Las encuestas estadísticas en medicina a partir de medidas de medicina social por la cobertura que tienen, tendrán relación indirecta con matemáticos. Y actualmente los modelos matemáticos en epidemiología permiten tomar decisiones importantes en un medio social que no cuenta con recursos suficientes.

5.5 Economía

Invitado: Dr. Rolando Morales

El sistema o modelo general de la economía es un sistema no bien definido por ser el número de variables infinitas o no bien determinadas. En los modelos económicos se espera 1. Conocimiento de la estructura del sistema de estudio. 2. Predicción del comportamiento del sistema en el tiempo. 3. Control del sistema. Algunos de los instrumentos matemáticos que se utilizan son: Conjuntos Algebra, álgebra Lineal: Modelos Lineales con el advenimiento de la computadora se consideran ahora modelos no lineales. Se necesita cálculo. Y para la optimización: análisis en espacios con producto interno.

Las perspectivas de un estudiante de matemática con conocimientos de economía son buenas en el mercado de trabajo. Actualmente, existen oficinas públicas y privadas que necesitan de estos profesionales. Se sugiere hacer hincapié en los conceptos, no en las operaciones.

5.6 Ingeniería

Invitado: In. Rogar Asaría

Considera tres grandes grupos de problemas en Ingeniería: 1. Problemas de equilibrio. 2. Problemas de autovalores 3. Problemas de propagación, tanto discretos como continuos.

1. Problemas de equilibrio. Problemas de Sistemas Algebraicos, Equivalentes con un potencial. Como ser, sistemas simplemente en equilibrio, sistemas eléctricos con pasivos. También problemas de contorno por ejemplo, viga apoyada en lecho elástico. Problemas de temperatura estacionaria. Las ecuaciones matemáticas involucradas son del tipo de la Ecuación de Laplace. En torsión la Ecuación de Poisson y las oscilaciones estacionarias con condiciones de frontera.

2. Problemas de valor propio Problemas con condiciones cinéticas. Valores de parámetro (autovalor). Valores críticos. Discreto: Problema algebraico de autovalores. Teoría de vibraciones en coordenadas

discretas. Pandeos: elasticidad. Ejes principales de una sección. Momento de inercia cruzado. Continuo: Problema de Sturm-Liouville (espacios con producto interior).

3. Problemas de propagación.

Discretos: problema de valor inicial. Problemas de Difusión. Transmisión de Ondas. Continuos: Ecuaciones Diferenciales Parciales, Parabólicas, hiperbólicas en dominios abiertos. Como ejemplos tenemos enfriamiento en una barra. Ecuación de un gas bajo presión de un pistón. Los temas y relaciones con la matemática mencionadas han sido y son estudiados como fenómenos determinísticos. Sin embargo, actualmente se consideran estos problemas con factor probabilístico. Es decir, problemas estocásticos. Distribución o histograma. Probabilidad, Confiabilidad. Se considera que la representación probabilística se encuentra más cerca de la realidad. Nos preguntamos: Qué enseñar? Herramientas o conceptos?. Pensamos que lo que se debe enseñar son conceptos. El que tiene los conceptos puede desarrollar herramientas.

Elección rápida de temas matemáticos necesarios en la formación de un ingeniero: Algebra Abstracta, Lineal, Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad Estadística Matemática otros transformada conforme a cálculo variacional.

Crear teoría de elasticidad Elementos finitos Técnica matricial generalizada que recubre problemas continuos. Esta técnica se volvió tecnología. Considera Problemas de convergencia. Funciones de Interpolación, Análisis Funcional. Comutación. til en mecánica de sólidos. Electromagnetismo, Calor. Mecánica de fluidos.

5.7 Psicología

Invitado: Dr. Gottret

Los trabajos de Piaget, en sicología apoyados en nociones matemáticas de operaciones y estructura algebraica de grupo, han permitido importantes avances de esta profesión diferenciando los estudios de desarrollo de un niño. La simulación cognoscitiva es impensable sin elementos de matemática. Por otra parte, actualmente el advenimiento de paquetes estadísticos y matemáticos de computación para las ciencias sociales hace la tarea del sicólogo más viable. Aunque es necesario que el sicólogo conozca los conceptos de manera a utilizar estos paquetes con mayor rentabilidad.

5.8 Pedagogía

Invitado: Dr. Perotto

5.8.1 Aspectos Didáctico-Pedagógicos de la Enseñanza de la Matemática

La pedagogía considera cuatro concepciones en la enseñanza de la matemática:

1. Repetitiva
2. Constructivista
3. Formalista
4. Substancialista

Entre la metodología didáctica se consideran los siguientes:

1. De lo fácil a lo difícil
2. De lo simple a lo complejo
3. De lo general a lo específico
4. De lo teórico a lo práctico añadimos

5. De lo concreto a lo abstracto

1. Repetitiva. De acuerdo a esta concepción la matemática es algo preexistente, ordenado, definitiva. Todo está dicho y no se tiene que añadir. Contrariamente a la evolución día a día de la ciencia matemática.
2. Constructivista. Tiene como representante a Piaget. Considera que lo que existe en los libros es una posibilidad más de enseñar la matemática. No la única. Considera además que no existen matemáticas independientes de quién la produce. Se debe enseñar a construir y reconstruir las teorías, modelos, ejemplos, etc. (la música existe en la persona no en el papel).
3. Formalista. Considera las fórmulas, símbolos y los aspectos formales. El simbolismo es parte del lenguaje. La memoria hará parte importante del proceso de aprendizaje.
4. Substancialista. Trata de ir a la raíz de los problemas, las diferentes formas de relacionar los temas. La comprensión es la parte importante. Hace hincapié en la matematización de los objetos.

Actualmente se considera un balance entre las concepciones constructivista y subtancialista como el método de enseñanza más apropiado en matemática.

5.9 Conclusiones

Partiendo de la premisa que ser Matemático es ejercer una de las características señaladas 1. Crear matemática 2. Difundir la matemática 3. Aplicar la matemática que el objetivo central de la Carrera de Matemática es el de instituir, investigar, desarrollar, aplicar y difundir la ciencia matemática. Para lo cuál estructura su quehacer en los ámbitos académico, de investigación y de interacción social, considerando los avances actuales de la ciencia matemática en estos aspectos.

Por tanto, la Carrera de Matemática asume la responsabilidad de establecer los mecanismos psico-pedagógicos como de investigación e interacción social necesarios para responder a la exigencia cada vez más apremiante de asimilar los conocimientos de la ciencia matemática en evolución continúa y de implementar éstos en las diferentes áreas del conocimiento como ser Estadística, Economía, Medicina, Ingeniería, Física, Química, Sicología y otras, donde la presencia de la ciencia matemática es requerida con mayor certidumbre a medida que el método científico establece su valía y cuantificación en éstas.

5.10 Metodología

La Carrera de Matemática ha determinado establecer un proyecto para diseñar el nuevo plan de estudios en los marcos señalados anteriormente, contando con reuniones semanales de discusión de un plan determinado. Este plan ha sido puesto a consideración del honorable Consejo de carrera por el Lic. Santiago Conde Cruz y el Lic. Luis Tordoya Lazo, docentes de la Carrera quiénes asistieron al curso de formación docente implementado por la Universidad Mayor de San Andrés entre noviembre de 1992 y junio de 1993. Este proyecto tiene como resultado el presente documento que presentamos a la comunidad universitaria para su consideración, esperando contribuir a la mejor de nuestro servicio a la educación, investigación e interacción social en Bolivia.

Parte II

Nuevo Plan de Estudios

Capítulo 6

Perfil Profesional

6.1 Introducción

Luego de evaluar minuciosamente el grado de evolución de la disciplina de la Matemática en Bolivia, con relación a los países vecinos, se ha llegado a la conclusión de que es impostergable su potenciamiento, en función de dar contenido a una edificante transformación del Sistema Educativo y de dar soporte teórico a las necesidades de respuesta científica que reclama nuestro incipiente desarrollo tecnológico. En tal sentido, se ha formulado una proyección realista de las distintas instancias donde se cultiva la Matemática; en particular, la Carrera de Matemática de la UMSA. Tomando en cuenta todos los aspectos analizados en varios eventos efectuados para este fin, presentamos las características más generales del nuevo plan de estudios.

El objetivo central es el de graduar matemáticos competentes, que puedan orientarse, con profundidad teórica, hacia el ámbito de la investigación; con una adecuada complementación psicopedagógica y socioambiental, hacia el campo educativo; o, con suficiente cultura científica hacia la fenomenología de la modelización.

En ese orden, el Matemático estudiará los contenidos tomando como eje los aspectos conceptuales; es decir, accediendo, de manera equilibrada, a su connotación, a través de desarrollos teóricos, y a su denotación , por medio de sugestivos problemas de motivación y de aplicaciones operables. La naturaleza individual del estudiante, que recupera sus capacidades intrínsecas, orientará su evolución académica hacia una realización profesional satisfactoria, accediendo a un mercado profesional más amplio, en atención a su versatilidad.

Consecuentemente, abordando la teoría y los problemas desde puntos de vista, tanto de carácter Teórico-Abstracto como Práctico-Aplicado, realizará exitosamente modelos matemáticos.

El Matemático será capaz de comunicar fluidamente sus resultados de manera clara, coherente y comprensible, habilitándose en la docencia, particularmente en los niveles de educación superior.

Y, naturalmente, podrá continuar con suficiencia su formación matemática en el post-grado.

Consideramos que, con una adecuada complementación psicopedagógica y socioambiental se habilitará para desempeñarse de modo óptimo en la enseñanza dentro del Sistema Educativo, modulando los niveles y apropiando los conceptos matemáticos, con pertinencia, a las particularidades de cada escenario de aplicación.

La Carrera de Matemática ve como una necesidad la implementación de actividades científicas y académicas que permitan al matemático interactuar con otras áreas del conocimiento, haciéndose parte del desarrollo científico del país.

Instrumentos: Consideramos que los instrumentos de naturaleza matemática están concentrados en las áreas de: Álgebra, Topología, Geometría y Análisis. Los ingredientes complementarios y los énfasis temáticos son aquellos que por su relevancia en el quehacer matemático adquieren presencia en el plan de estudios. Detallamos elementos de computación, particularmente paquetes matemáticos, y programación de lenguajes. Entre otros, consideramos la redacción de informes científicos, el dictado de clases y conferencias; y, el conocimiento de idiomas extranjeros, en particular el inglés, por su presencia dominante en la bibliografía y en los textos matemáticos.

Ciencias con las cuáles el matemático se relaciona particularmente a través del estudio de modelos matemáticos: Entre estas áreas científicas consideramos, agrupadas por el contenido de las mismas, las siguientes: Informática, Física, Química, Ingeniería, Estadística, Economía y Administración, Sociología, Biología, Ecología, y Salud.

Por la central importancia (aceptada universalmente) formativa de la Matemática , pilar conjuntamente al Lenguaje en todos los currícula formales, el Matemático debe estar formado para desempeñarse con soltura dentro del Sistema Educativo Nacional.

6.2 Perfil Profesional

El matemático estudia problemas con una mentalidad lógica y racional de diverso contenido, naturaleza y alcance; tanto teórico-abstractos como práctico-aplicados. Mediante sensatas e imaginativas esquematizaciones, es capaz, a través de un proceso de abstracción, de construir modelos matemáticos; los cuales plantean soluciones provisionales y perfectibles, dentro del marco lógico-analítico, inherente a la ciencia. Transmite los resultados a la comunidad, en los niveles en los que su especificidad los ubica.

La formación del matemático lo capacita para facilitar el aprendizaje de sus conocimientos desepeñándose en la docencia en todos los niveles del sistema educativo, particularmente en el nivel medio y superior. Así también, el matemático está capacitado para contribuir en programas interdisciplinarios y proyectos multidisciplinarios, interactuando con diferentes ciencias, dentro de la mentalidad modelizadora que los estudiantes necesitan para abordar la resolución de problemas creativamente.

6.3 Objetivos de la Carrera de Matemática

Los objetivos de la Carrera de Matemática son los de asimilar, desarrollar, difundir y aplicar la Matemática con alcance nacional; en la perspectiva de hacer efectiva la política de Estado, de lograr la presencia viva de todas las disciplinas científicas en el país.

Bajo esa orientación, se establece como estrategia consolidar una tradición de excelencia académica, un desarrollo creciente de la actividad de investigación y la generación de espacios de significativa aplicación para la Ciencia en general y para la Matemática en particular.

En ese orden, los planes de la carrera de Matemática apuntan a :

1. Constituir equipos científicos que asimilen creativamente los avances universales de la Matemática.

2. Adecuarse a las exigencias nacionales de respuesta científica institucional.

3. Asumir responsabilidades en el desarrollo de la Ciencia y de la Matemática en el país, contribuyendo protagónicamente en la configuración interinstitucional de mecanismos e instancias que garanticen ese fin. En especial, crear o habilitar canales orgánicos que permitan la inserción de contenidos científicos en la currícula educativa, haciéndose parte de los procesos de diseño y desarrollo curricular.

4. Adecuar el perfil Matemático a las necesidades nacionales emergentes, asegurando un idóneo e inmediato desempeño en profundización teórico-investigativa (post-grado), en el Sistema Educativo (docencia) o en los escenarios de aplicación tecnológica o administrativa.

5. Hacer del aprendizaje científico parte de una formación integral; la cual, bajo una visión holística, pueda aprovechar y potenciar las capacidades de cada estudiante.

6. Crear condiciones miñimas para que docentes e investigadores encuentren el ambiente adecuado para desarrollar y difundir la matemática.

7. Asegurar a los estudiantes de la Carrera de Matemática condiciones mínimas para posibilitar el éxito de sus estudios.

8. Estructurar e implementar cursos de pre-grado como de post-grado.

6.4 Objetivos Específicos

1. Dotarse, por medio de una rigurosa selección y una escrupulosa evaluación, del plantel docente, de investigación e Interacción Social necesario para alcanzar las metas que persiguen los objetivos de la Carrera.

2. Obtener la infraestructura necesaria para el normal desempeño de actividades de la Carrera.

3. Difundir las actividades de la Carrera para el conocimiento de las posibles aplicaciones de la matemática. Participar en iniciativas interdisciplinarias de investigación.

4. Difundir la Matemática entre los estudiantes del ciclo medio, y entre otros segmentos permeables de la sociedad civil, para el conocimiento de las actividades del profesional matemático.

5. Proyectar y ejecutar anualmente el presupuesto de la unidad académica para lograr las metas del Plan Operativo, en función de los objetivos planteados, desarrollando las diferentes actividades programadas.

Capítulo 7

Áreas Troncales

7.1 Introducción

La Carrera de Matemática luego del análisis de la información adquirida a través del proyecto de Diseño Curricular realizado durante el segundo semestre de la gestión 1993 y la experiencia obtenida a lo largo de sus años de funcionamiento, determina que las áreas que necesita implemetar ya existentes y nuevas son: Área de Álgebra, Área de Análisis, Análisis complejo, Área de Geometría y Área de la Matemática Aplicada.

7.2 El Área de Álgebra

Las asignaturas del área de álgebra como asignatura fundamental de la matemática tiene el objetivo de desarrollar la lógica matemática requisito indispensable para el profesional matemático y el conocimiento de las estructuras algebraicas sustento de las diferentes áreas del conocimiento de la ciencia matemática.

7.3 El Área de Análisis

Las asignaturas del área de análisis tienen el objetivo de desarrollar al análisis real, área fundamental de la ciencia Matemática donde la noción de límite juega el rol central.

7.4 El Área de Geometría

Las asignaturas del área de geometría-topología tienen por objetivo desarrollar en el estudiante la intuición geométrica y profundizar en los conceptos geométricos y topológicos de la problemática matemática.

7.5 El Área de Matemática Aplicada

El nuevo plan de estudios encara la implementación del área de matemática aplicada como una responsabilidad impostergable para el desarrollo de la ciencia matemática en el país. Considerando que ésta es parte fundamental de la problemática de otras ciencias y funciones profesionales. Así, la Carrera de Matemática establece como áreas del conocimiento afines a la matemática aplicada las siguientes agrupadas por contenido temático: Estadística - Economía - Ciencias Sociales - Física - Química - Ingeniería - Informática - Biología - Ecología - Medicina (Epidemiología). Todas éstas en el marco de los modelos matemáticos y la problemática que presentan al profesional matemático.

Finalmente, el área de Educación Matemática como parte fundamental en el proceso de enseñanza del joven boliviano.

Capítulo 8

Malla Curricular

8.1 Ciclos de Estudios

De acuerdo a la malla curricular las materias del nuevo Plan de Estudios de la Carrera de Matemática se agrupan en tres ciclos de estudios. El ciclo básico que comprende los cuatro primeros semestres. El ciclo intermedio que comprende el tercer año de estudios. Y el ciclo intermedio que comprende el tercer año de estudios. Y el ciclo de orientación que comprende los cuatro últimos semestres de estudios.

8.1.1 Ciclo Básico

Semestres: primero al cuarto. 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 impartir al estudiante una enseñanza sólida, coherente y fundamental al desarrollo de sus estudios. En el ciclo básico el estudiante de la Carrera de Matemática estar expuesto a materias de álgebra, cálculo (parte del área de análisis), geometría y matemática aplicada.

8.1.2 Ciclo Intermedio

Semestres: quinto y sexto. El ciclo intermedio presenta al estudiante materias introductorias al desarrollo avanzado de la formación matemática, fundamentales a la consolidación de su profesión. Así tenemos Algebra Abstracta I, Análisis I, Análisis Complejo I y otras.

8.1.3 Ciclo de Orientación

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 cuál se diseña módulos de materias que permitirán al estudiante alcanzar la formación suficiencia para encarar la redacción de su tesis de licenciatura con solvencia suficiente para el éxito de sus estudios.

8.2 Nomenclatura de materias

Las materias del Nuevo Plan de Estudios tendrán la siguiente nomenclatura:

La sigla constar de dos partes, la primera la sigla de la carrera de matemática: MAT , y la segunda la parte numérica de sigla que constar de tres dígitos, ambas partes separadas por un guión.

El numeral de la sigla (3 dígitos) se caracteriza de la siguiente manera.

El primer dígito designa el año de estudios, así las materias del primer año serán las materias 100's, las del segundo 200's, etc. y las materias de quinto año las 500's excepto para las materias electivas y optativas que son caracterizadas más adelante.

El segundo dígito designa el área de Matemática a la que pertenece la materia de acuerdo al siguiente detalle:

0: Filosofía Matemática y Lógica

1: Álgebra

2: Topología

3: Geometría

4: Análisis, Análisis Funcional y Cálculo Real

5: Análisis y Cálculo Complejo

6: Matemática Aplicada: Modelos Matemáticos

7: Historia de la Matemática

8: Materia optativa

9: Materia electiva

Las materias electivas de servio a la Carrera de matemática, llevar n la sigla de la carrera correspondiente, aquellas que pertenecen a la Carrera de Matemática llevarán el primer dígito correspondiente al año que pertenecen, y las materias optativas que se extienden del séptimo al décimo semestre tendrán un primer dígito 4, i.e. pertenecerán a las materias de 400's.

Así, las materias electivas del grupo 1 serán 200's las del grupo 2 serán 300's, las del grupo 3 serán 400's.

El Seminario de Pretesis tiene la sigla 598, el Seminario de Tesis de Licenciatura tendrá la sigla de 599.

Finalmente, el último dígito designar la correlatividad dentro del año académico, de 1 a 9.

Si dos materias correlativas pertenecen a dos años del plan de estudios diferentes en lo posible se les asignar en el mismo último dígito, así por ejemplo, Álgebra Abstracta I podrá ser 311 y Álgebra Abstracta II 411.

8.2.1 Malla Curricular

Primer semestre

1. Cálculo Diferencial e Integral I
2. Álgrebra I
3. Geometría I
4. Introducción a los Modelos I
5. Laboratorio de Computación I

Segundo semestre

1. Cálculo Diferencial e Integral II
2. Álgebra II
3. Geometría II
4. Introducción a los Modelos II
5. Laboratorio de Computación II

Tercer semestre

1. Cálculo Diferencial e Integral III
2. Álgebra Lineal I
3. Física I
4. Materia Electiva[1]

Cuarto semestre

1. Cálculo Diferencial e Integral IV
2. Álgebra Lineal II
3. Introducción a laTeoría de Probabilidades
4. Materia Electiva

Quinto semestre

1. Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos
2. Análisis I
3. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
4. Estadística Matemática I

Sexto semestre

1. Álgebra Abstracta
2. Análisis Complejo I
3. Programación Lineal y No Lineal
4. Materia Electiva[2]

Séptimo semestre

1. Materia Electiva[3]
2. Materia Electiva
3. Materia Optativa[4]

Octavo semestre

1. Materia Electiva
2. Materia Optativa
3. Materia Optativa

---

[1]Elegir dos de las siguientes materias: Biología, Economía, Física II, Informática.

[2]Elegir una de las siguientes materias: Investigación Operativa, Introducción al Análisis Numérico, Análisis Combinatorio, Física III.

[3]Elegir tres materias de la siguiente lista. Estas deberán pertenecer a áreas distintas.

[4]Al menos cuatro materias optativas deberán pertenecer a alguno de los módulos descritos en el ciclo de orientación.

Noveno semestre

1. Seminaro de Pretesis
2. Materia Optativa
3. Materia Optativa

Décimo semestre

1. Seminario de Tésis
2. Materia Optativa

Capítulo 9

Carga Horaria

9.1 Reglamento de asignación de Carga Horaria

Actividades. La Carrera de Matemática tipifica dos actividades: la primera el dictado de materias, la segunda la participación en seminarios de matemática. Otras actividades como ser proyectos de investigación individuales u otros serán considerados por el Honorable Consejo de Carrera para su aprobación y asignación de carga horaria.

9.1.1 Justificación de Carga Horaria de Actividades

Materias. Las materias de la Carrera de Matemática se clasifican en dos tipos:

1. *Materias de Especialidad:* Entendemos por materias de especialidad las materias que se encuentran en el plan de estudios de la Carrera y las atienden exclusivamente estudiantes de nuestra unidad académica.

   Estas incluyen las materias del plan 1983, mientras esté vigente (1999), y las materias del nuevo plan de estudios.

   Estas materias pueden ser atendidas por estudiantes de otras carreras si sus carreras así lo determinan o aceptan dentro de sus posibilidades curriculares, por ejemplo como materias electivas de sus estudiantes.

2. *Materias de Servicios:* Las materias de servicio son aquellas que atienden estudiantes de otras carreras, entre estas señalamos que existen materias que también atienden estudiantes de la Carrera de Matemática por encontrarse en el plan de estudios 1983, como ser las materias de Cálculo I-IV y Álgebras Básicas.

   Estas materias se dictan a todas las carreras de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales y a otras facultades como ser Geología y carreras de la Facultad de Sociales y Sociología.

Las materias de especialidad contemplan entre las tareas que desarrollan: evaluación permanente en las materias del ciclo básico e investigación bibliográfica en todos los casos. Estas materias no cuentan con auxiliatura de docencia en general.

Las materias de servicio son materias que cuentan en promedio con 100 estudiantes por paralelo, por lo que las tareas inherentes a la evaluación de las mismas son tareas que comprenden mayor tiempo. Estas materias cuentan con auxiliares de docencia, en su mayoría, sin embargo se está tramitando la regularización en cuanto el número de auxiliares de docencia para cubrir la totalidad de materias de servicio.

9.1.2 Actividades de Seminario

Los seminarios de la Carrera de Matemática han sido diseñados en gestiones pasadas asinándoseles 32 horas mes, sin embargo la carga horaria de éstos se ha incrementado con la inclusión en los mismos de tareas no contempldas en anteriores oportunidades como ser la implementación de sesiones extras o sesiones de resolución de problemas, así como sesiones extras para la discusión de temas del seminario con la participación de docentes de otras universidades.

Así, las actividades de la Carrera de Matemática tiene una carga horaria de 40/horas mes y serán calificadas en la Evaluación Anual Docente en base a 40 puntos con porcentajes de acuerdo a la siguiente tabla

	D	I	IS	PI
Materia	50	20	10	20
Seminario	10	50	10	30

Donde D = docencia, I = Investigación, IS = Interacción Social, PI = Producción Intelectual. Considerándose las tareas a realizar el dictado de materias contempla también investigación e interacción social entre sus actividades en la evaluación docente.

El porcentaje alcanzado en cada item ponderará el puntaje del item correspondiente del Reglamento de Evaluación Docente de acuerdo a la siguiente tipología docente.

Tipología Docente

La Carrera de Matemática considera dentro del plantel docente a tiempo completo la siguiente tipología: para el caso de docentes con carga horaria menor a tiempo completo la tipología se considera proporcional a su carga horaria:

Tipo	D	I/IS
A	2	2
B	3	1
C	4	0

donde D = Docencia, se considera el número de materias a ser dictadas por el docente. I/IS = el número de actividades de Seminarios y/o Interacción Social.

Resolución de Carrera: La Carrera de Matemática solicitará que los ítems docentes tiempos horarios de 32 y 64 horas/mes sean incrementados respectivamente a 40 y 80 Horas/mes adecuándose así a la tipología definida por nuestra unidad académica.

Capítulo 10

Presupuesto

De acuerdo al diseño del Nuevo Plan de Estudios de la Carrera de Matemática, esta unidad académica considera entre los ítems de presupuestación imprescindibles al buen funcionamiento de la Carrera, los siguientes:

10.0.3 Recursos Humanos

1. Personal Docente
2. Personal Auxiliar Docente
3. Personal Administrativo
4. Docentes Invitados
5. Asistencia a eventos académicos nacionales e internacionales.

10.0.4 Infraestructura

1. Aulas
2. Sala Audiovisual
3. Auditorio
4. Biblioteca
5. Oficinas de apoyo administrativo
6. Sala de reuniones
7. Oficinas de Docentes
8. Oficinas de Auxiliares de Docencia
9. Sala de Estar
10. Centro de Docentes
11. Centro de Estudiantes
12. Depósito
13. Baterías de baños

10.0.5 Recursos Materiales

1. Equipos Educativos
2. Equipos de Apoyo
3. Muebles y Escritorios
4. Material de Escritorio
5. Material de Limpieza

Parte III

Nuevo Programa de Estudios

Capítulo 11

Visión General

11.1 Introducción

Al elaborar un nuevo programa de estudios en la Carrera de Matemática, nos hemos encontrado ante grandes retos: La matemática ha crecido enormemente, se ha diversificado y su campo de aplicabilidad se ha extendido. Además, las áreas tradicionales (álgebra, análisis y geometría) también se han enriquecido y se ha profundizado aún más en sus conceptos e ideas. Por otra parte, los alumnos de nuevo ingreso se presentan con una gran diversidad de conocimientos y pocos tienen idea de la naturaleza de la matemática que estudiarán en la Carrera de Matemáticas. Las demandas de la sociedad por matemáticos profesionales en diversos sectores fuera de la universidad son mayores. La universidad debe influenciar en forma más directa en el desarrollo de la educación en el país si no a todos los niveles, al menos a nivel medio y superior. En especial la Carrera de Matemática, por el rol primordial de la matemática en el desarrollo intelectual de la persona, debe brindar una mayor aportación a este desarrollo. La Carrera de Matemática ha elaborado un nuevo programa de estudios cuyo objetivo principal es el de dar respuesta a estos nuevos retos y exigencias. El propósito de esta introducción es presentar el nuevo programa de estudios desde esta perspectiva.

11.1.1 La Situación Actual

El Crecimiento de la Matemática. La matemática, juntamente con otras ciencias ha crecido enormemente en la segunda mitad de este siglo, y continua creciendo de una manera rápida exponencial. Nuevas áreas de la matemática han surgido y sus aplicaciones han proliferado en gran número. Así mismo, las áreas tradicionales (álgebra, geometría y análisis) se han visto enriquecidas con nuevos desarrollos. Basta mencionar que hoy en día la comunidad matemática celebra con especial beneplácito la demostración por Andrew Wiles del *Teorema de Fermat*. Demostración que había eludido a los matemáticos por más de 350 años!!!

Diversidad de la matemática. Es común ver que en un programa de matemáticas aparezcan nuevas materias tales como análisis numérico, computación, biomatemática, teoría de optimizació, informática, modelos matemáticos, análisis de datos, programación no lineal, economía matemática, clases características, variedades complejas, teorías topológicas cuánticas, estadística matemática, topológia diferencial, operadores elípticos en variedades, álgebra homológica y muchas otras. El crecimiento de la matemática y su diversidad necesariamente hacen crecer los programas de estudio.

Aplicabilidad de la Matemática. Gran parte de las nuevas áreas de la matemáticas han surgido motivadas por sus aplicaciones a la economía, la computación, la administración de empresas o a muchas otras áreas sociales; otras de estas materias son clave para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. De esta manera, la matemática surge como una parte esencial en el desarrollo de cualquíer país.

Fundamentos de la Matemática. Se podría pensar que al surgir nuevas áreas de las matemáticas, se podrían ir suprimiendo de un programa de estudios varios cursos que usualmente se enseñaban en el pasado. Sin embargo esto nos enteramente cierto porque las áreas tradicionales continúan enriqueciéndose y profundizando en su desarrollo, en sus conceptos e ideas. (Recuérdese el Teorema de Fermat -350 años de historia!-) Además, estas áreas tradicionales (álgebra, geometría y análisis) son el fundamento para todo el edifico de la matemática moderna. Mas aún, existe una cierta secuencia natural en el desarrollo de la matemática que hace imprescindibles a ciertos temas centrales. Sin un conocimiento profundo de estas áreas fundamentales, poco se puede avanzar en las nuevas áreas.

Los Estudiantes de la Carrera de Matemáticas. Los alumnos que ingresan a la carrera de matemática han sido exitosos en sus estudios en el colegio. Seguramente han experimentado satisfacción en su habilidad para resolver problemas y han apreciado, hasta cierto punto, la belleza, el poder y la utilidad de la matemática. Sin embargo, cuando estos estudiantes entran al primer año de la Carrera de Matemática, nos encontramos con dos problemas.

(i) Los estudiantes tienen una formación muy varíada. Diferentes colegios podrían haber enseñado el programa de diferentes maneras y diferentes niveles de profundidad. Así en los cursos de los primeros semestres se debe superar el problema de tener estudiantes con muy diversos niveles de conocimientos.

(ii) Pocos estudiantes empiezan sus estudios con alguna idea de la naturaleza de la matemática a la que serán expuestos en la Carrera de Matemáticas. Si bien, en muchos casos, las materias tienen el mismo nombre que en sus cursos de colegio, el enfoque es significativamente diferente. En la Carrera de Matemática los estudiantes deben ser más creativos, deben formularse problemas y conjeturar su posible solución. El estudiante también debe enfrentarse a un alto nivel de abstración y entender el rol de un argumento lógico preciso y de una demostración.

El Desarrollo de la Educación en el País. Es claro que existe una gran necesidad de mejorar la educación en el país a todos los niveles. Es tarea primordial de las universidades el participar en este proceso y muy especialmente de la Carrera de Matemática debido al rol preponderante que juega la matemática en el desarrollo intelectual de la persona.

Conclusión. El nuevo programa de estudios debe presentar *la naturaleza la profundidad y el alcance de la matemática*. Debe presentar *su diversidad y su variedad de aplicaciones*. Debe tomar en cuenta la *diversidad de los estudiantes y sus diferentes niveles de conocimientos*. Debe tomar en cuenta las *necesidades del país* y a la vez presentar los desarrollos *actuales de la matemática tanto pura como aplicada*. Y debe tener una mayor *influencia en los programas de educación del país*.

11.1.2 El Nuevo Programa de Estudios

La filosofía del Nuevo Programa de Estudios. La naturaleza de la matemática lleva intrínsecamente aunados *el razonamiento lógico riguroso y la imaginación*. Uno de los principales objetivos del programa de la carrera de Matemática es el de transmitir esta filosofía a los estudiantes.

Existe la idea de que la matemática es un conjunto de fórmulas y conocimientos "infalibles" archivados en libros (por ejemplo de tablas de intregración) a los cuales se puede recurrir para encontrar solución a un problema dado. Nada más alejado de la realidad! El nuevo programa de estudios ambiciona mostrar a la matemática como un tema de *gran actualidad, excitante, en el cual nuevas ideas son introducidas constantemente y en el cual también se descubren relaciones sorprendentes e intrigantes no sólo entre conceptos clásicos sino entre conceptos clásicos y modernos*.

El nuevo programa de estudios busca que el estudiante *se plantee problemas, que use su imaginación, que intuya y / o conjeture su posible solución y que use el razonamiento lógico riguroso para probar sus conjeturas o para modificarlas*.

El nuevo programa de estudios busca, además de estimular la *creatividad* y desarrollar la *capacidad de razonamiento lógico riguroso* de los estudiantes, busca también que los estudiantes desarrollen su *habilidad de trabajar tanto en equipo como independientemente* y que así mismo desarrollen su *habilidad para comunicarse*.

El programa de estudios busca reflejar las percepciones de formación necesarias de una sociedad moderna.

Las anteriores cualidades que el programa tiene por objetivo desarrollar en el estudiante son algunas de las cualidades específicas que el profesional necesita para tener éxito en el contexto actual en el que los cambios se dan de forma rápida en todo momento. Sobre todo, se espera que la formación inicial del estudiante sea una base para continuar su proceso de educación a través de una carrera profesional que estará en permanente evolución.

Ciclos del Nuevo Programa de Estudios. El balance adecuado entre formación general y especialización ha sido un factor crítico en la selección de materias en el nuevo programa de estudios. Este balance es necesario para proporcionar al estudiante la versatilidad y adaptabilidad necesarias para desarrollarse como profesional en su carrera la cual estará en permenente evolución.

Al proponer un programa de estudios se debe tener en cuenta la clase de profesionales que se tiene por objetivo formar. Con muchas otras áreas del conocimiento humano, la matemática puede ser estudiada tanto por su labor intrínseco como por su valor en el desarrollo intelectual de las personas, así como las las habilidades y conocimientos específicos que proporciona para ser aplicados en otras áreas. En un sentido general, la actividad del matemático cae dentro de una o más de las siguientes áreas:

- Crear matemática.
- Difundir la matemática.
- Aplicar la matemática a otras áreas del conocimiento humano.

Cabe hacer notar que vivimos en una época de gran especialización y que por tanto no se puede esperar que todo matemático realice estas actividades en la misma proporción o que realice todas ellas.

Desde luego que el estudiante no tiene una idea completamente clara de su carrera al iniciar sus estudios por tanto es importante proporcionar suficiente flexibilidad al programa de estudios para permitirle escoger una orientación apropiada conforme sus intereses se van desarrollando. Por este motivo, el nuevo programa de estudios está dividido en tres ciclos:

- Ciclo Básico.
- Ciclo Intemedio.
- Ciclo de Orientación.

El Ciclo Básico y el Ciclo Intermedio constituyen una Etapa de Formación, la cual es de 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 al estudiante a nuevas áreas de la matemáticas y a sus aplicaciones en otras ciencias. En esta Etapa de Formación el estudiante tendrá la oportunidad de elegir algunas materias que vayan encaminadas a una orientación en una especialización que sea de su interés. Sin embargo, el objetivo primordial de la Etapa de Formación es de dar una visión global de la matemática a un nivel básico pero profundo.

En el Ciclo de Orientación, el estudiante tiene una mayor libertad para elegir un área de orientación en una especialización.

11.1.3 Areas de Estudios en el nuevo Programa

11.1.4 Aplicar la matemática a otras áreas del conocimiento humano

Indudablemente uno de los mayores éxitos de la matemática es precisamente su aplicabilidad a muchas otras ramas del conocimiento humano. El desarrollar esta tarea en forma sistemática cae también dentro de las principales actividades del matemático. Tan sólo en los últimos años se puede observar el gran intercambio que existe entre la matemática y otras áreas como la física, la biología, etc.

Para dedicarse a la matemática aplicada, el matemático debe tener además de un conocimiento sólido de las áreas de la matemática que sean relevantes al campo de aplicación también un nivel de competencia en ese campo que le permita una interacción significativa entre sus ideas matemáticas y el campo de aplicación.

Es importante que el matemático tenga un conocimiento firme de las técnicas de computación modernas y enfoques de los métodos numéricos usados en el área de especialización.

Es fundamental que la Carrera de Matemática asuma una mayor responsabilidad en supervisar que el mayor número posible de estudiantes tenga éxitos en sus estudios. Para esto quizás sea necesario asignar un tutor a cada estudiante a fin de orientarlo y ayudarlo en el proceso de selección de cursos y desarrollarse en un ambiente universitario.

Es importante crear un clima de actividad académica y de interés por la matemática. Exponer al estudiante los métodos de trabajo del matemático y a las ideas fundamentales de la matemática para darle una formación y una madurez matemática a fin de poder desempeñarse posteriormente como un profesional de la matemática. Se debe mostrar al estudiante que la buena matemática es ante todo una mezcla de imaginación y razonamiento riguroso. Que la matemática consiste en plantearse y resolver problemas y no simplemente en la repetición de lo que el profesor expone, menos aún la repetición memorística de lo que se encuentra en los libros. El buen matemático es ante todo una persona creativa!

Capítulo 12

Ciclo Básico

12.1 Introducción

12.2 Filosofía General

El propósito prímordial del Ciclo Básico del nuevo programa de estudios es de doble carácter:

1. Transmitir al estudiante la naturaleza de la matemática. Introducirlo al razonamiento lógico riguroso y al razonamiento inductivo como componentes fundamentales del proceso matemático creador.

2. Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales necesarios que le sirvan de base para desarrollar su habilidad de abstracción y generalización.

El primer punto implica, ante todo, que se desea transmitir al estudiante la idea de que la naturaleza de la matemática ínvolucra tanto a la imaginación como al razonamiento lógico riguroso. Implica que el estudiante cambie su actitud tradicional memorística por una nueva creadora en la que el continuo planeamiento de problemas y la busqueda de su solución por medio de conjeturas y demostraciónes rígurosas sean sus componentes fundamentales. El estudiante debe intuir, conjeturar por medio del razonamiento inductívo soluciones a problemas que se plantee y debe luego usar el razonamiento lógico demostrativo para probar sus conjeturas o para cambiarlas. Ambos tipos de razonamiento siempre están presentes en el proceso creador de la matemática y ambos juegan un papel igualmente importante. El estudiante deberá desarrollar ambos razonamientos. De esta manera, en todas las materias de este ciclo (y en realidad en todas las materias del programa) el rigor matemático y el razonamiento plausible siempre están presentes.

El segundo punto implica que los cursos de este ciclo giran en torno a temas los cuales el estudiante puede visualisar de manera concreta. La elección de los temas a estudiar tiene la finalidad de preparar alestudiante para los cursos más avanzados en los cuales la abstracción y generalización son componentes escenciales. En otras palabras, el estudiante adquirirá en este ciclo una serie de conocimientos concretos que posteriormente le servirán de ejemplos importantes cuando esté trabajando teorías más generales.

12.3 Organización General

El Ciclo Básico consta de cuatro semestres. El alumno deberá cursar diez y ocho materias de las cuales sólo dos son electivas. Los cursos han sido organizados de manera tal que presentan una gran coherencia y unidad entre si. Esto presenta a la matemática no como un conjunto de áreas aisladas, sino más bien como áreas unidas entre sí. Así los temas cubiertos en el curso de álgebra I son usados en Geometría I y en Calculo I. Y recíprocamente. Lo mismo ocurre en los demás semestres. Además, los contenidos de estos cursos se han elaborado de tal manera que presentan una cierta circularidad en la que los temas del Primer Año se vuelven a tocar pero a un nivel más avanzado en el Segundo Año. Para finalmente en el Ciclo Intermedio volverseles a tocar pero en un contexto más abstracto y general.

12.4 Visión General

En esta sección damos a una visión general de las materias del Ciclo Básico. Esta visón contempla dos puntos. Por un lado, la sucesión de materias por área. Por otro lado la relación entre las materias de distintas áreas.

12.4.1 Álgebra

Hay una componente específica en el curso de Algebra I: Se empieza por introducir el lenguaje básico de conjuntos y funciones. Luego se pasa a hablar de números naturales y del principio de inducción matemática. Estos son temas básicos, constituyen el lenguaje fundamental que será usado en todas las demás materias.

Algebra I & II. Ya en general, los dos primeros cursos de álgebra: Algebra I & II tienen el propósito de introducir al estudiante a las estructuras álgebraicas más importantes: grupo, anillo, campo, espacio vectoríal y álgebra. Esto se hace estudiando temas concretos tales como los números enteros, los números complejos - los números racionales y los números reales se estudian en el curso de Cálculo I-, matrices, permutaciones, anillo de polinomios y números cuateniónicos.

Es indudable que cada uno de estos temas concretos esde gran importancia por sí mismo y que su tratamiento especial está ampliamente justificado. Una teoría general es valiosa en la medida en que se aplica a ejemplos especiales importantes. Los ejemplos especiales que hemos escogido a ser estudiados en Algebra I & II caen en esta categoria. Sus generalizacióne serán estudiadas en cursos más avanzados, e.g., Algebra Lineal y Algebra Abstracta. además por un lado es probable que el estudiante tenga una cierta familiaridad con algunos de estos temas. Por otra parte, es probable que el estudiante encuentre temas completamente nuevos, sobre todo aquellos que involucran estructuras no conmutativas. Finalmente, las teorías desarrolladas en estos cursos serán inmediatamente aplicadas en los cursos de Cálculo, Geometría y Modelos.

Algebra Lineal I & II. En los cursos de Algebra Lineal I & II el estudiante profundizara en las estructuras de *espacio vectorial y sus transformaciones lineales*. Lo cual involucra a las estructuras del grupo, anillo y módulo. El Algebra Lineal es una de las ramas de mayor aplicación de la matemática y es de fundamental importancia en el Cálculo de Varias Variables (Cálculo III & IV), la Programación Lineal y No Lineal, las Ecuaciones diferenciales y muchas otras áreas. El estudiante verá inmediatamente su relevancia al estudiar simultaneamente 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 amplio dominio del Algebra Lineal. Al ir aprendiendo estos conocimientos los aplicara simultaneamente en los cursos de Cálculo Diferencial e Integral.

12.4.2 Cálculo

Los cursos de Cálculo tienen el propósito de introducir al estudiante a las técnicas del análisis y a la vez proporcionar los fundamentos necesarios para su aplicación a otras ramas.

Cálculo I & II. En estos cursos se estudian los números reales con su estructura algebraica de campo ordenado y con su estructura topológica como espacio normado completo - Axioma del Supremo, Teorema de Heine-Borel-. Luego se estudian los conceptos de límite, continuidad, diferenciabilidad e integración. Sucesiones y series y una introducción a la convergencía uniforme de funciones.

Estos temas se abordan tanto intuitivamente como la lógica rigurosa. Es importante hacer notar que el énfasis es precisamente en la intuición y el rigor y no asi en lo que hasta ahora es tradicional de los cursos básicos de cálculo, esto es, las técnicas de cáculo.

Cálculo III & IV. En estos cursos se estudia la estructura de espacio vectorial con producto interno del espacio euclideano 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 fución implicita y sus consecuencias. El teorema de Stokes (en dimención arbitraria) y sus concecuencias. Se introduce a las nociones de medida cero y contenido cero. Tambien se introducen las subvariedades del espacio euclideano en forma de hipersuperficies. La relevancia del Algebra Lineal queda demostrada en forma clara a lo largo de estos cursos.

Al concluir los cuatro cursos de Cálculo, el estudiante tendrá a su dispocisión un cúmulo de conocimientos sobre espacios métricos y espacios de funciones suficiente para adentrarse a los cursos de Análisis, Análisis Funcional, Topología y Geometría Diferencial. Lo mismo que para las aplicaciones del Cálculo a otras áreas tales como la Programación Lineal y No Lineal, la Teoría de Probabilidad y la Física (entre otras). A su vez tendrá una introducción al Álgebra Multilineal y su conexión con la Geometría y el Análisis.

12.4.3 Geometría

El objetivo de los dos cursos de Geometría es el de ayudar al estudiante a desarrollar su intuición geométrica a fin de que pueda visualizar conceptos más 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 euclideanos de dimencion arbitraria. Estos serán estudiados en Cálculo III & IV. Además de la geometría euclideana -presentada usando vectores - en el plano y en el espacio, también se estudiarán geometrías no euclideanas 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 euclideano de dimensión tres. Asociada a cada una de estas geometrías está una manera de medir dístancia y por tanto el concepto de " linea recta, " esto es, de geodésica. Asi que el Cálculo aparece de manera natural en el estudio de las geodésicas en una superficie. También se estudian los grupos de isometrías (relatívos 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 Algebra I & II.

Al finalizar estos dos cursos, el estudiante tendrá una mejor visión del papel de la geometría en la matemática moderna. Hábra sido introducido a las geometrias no euclideanas y a la geometría riemanniana. Podrá interpretar conceptos de análisis y de álgebra geométricamente y vice versa, conceptos geométricos los podrá reformular en términos algebraicos o analíticos. Geometría, Álgebra y Análisis se combinan en estos dos cursos. Los cursos expondrán al estudiante a una serie de preguntas que podrá ir resolviendo poco a poco a medida que va avanzando en sus conocimientos y madurando como matemático.

12.4.4 Introducción a los Modelos

Una componente particularmente importante en el plan de estudios son estos dos cursos de Modelos. Su objetivo primordial es de carácter más formativo que informativo. Su objetivo es introducir al estudiante a la resolución de problemas y a la formulación de modelos matemáticos de la vida real. Modelar es un arte y cae dentro del contexto de la resolución de problemas. Asi que estos cursos tienen un doble propósito: ayudar al estudiante a desarrollar tanto su capacidad de crear modelos matemáticos de situaciones reales concretas.

El proceso creativo en la matemática tiene dos componentes muy claras: por un lado el razonamiento inductivo, el razonamiento de lo plausible, el formular conjeturas y adivinar las posibles soluciones de un problema dado. Por el otro el razonamiento riguroso, el desarrollo preciso de una demostración basada en la lógica. Ambas componentes son vitales en la matemática. Mientras que el razonamiento riguroso tiene su teoría en la lógica demostrativa que se estudiara en el quinto semestre, cuando el estudiante tenga una formación suficiente para entender sus alcances-, el razonamiento inductivo, de lo plausible no tiene una teoría específica. Modelar y resolver problemas es un arte que debe ser adquirido con la práctica. Hay ciertos desarrollos heurísticos que ayudan a ser más sistemático. En propósito de los cursos de Modelosa es el de proporcinar este desarrollo sistemático en la resolución de problemas y en la elaboración de modelos.

El curso Introducción a los Modelos I servirá de apoyo los otros cursos del primer semestre en el sentido de que muchos problemas de los cursos de Álgebra, Cálculo y Geometría serán tratados en éste curso.

El curso Introducción a los Modelos II tiene por objetivo de formular modelos matemáticos en diversas áreas tales como Economía Fisica, Biología, Ingeniería, etc. En particular se pondrá énfasis en el Cálculo de probabilidades a fin de que el estudiante adquiera una buena base para posteriormente cursar la materia Introducción a la Teoría de Probabilidad.

Al finalizar estos dos cursos el estudiante tendrá una mejor idea de como plantearse y resolver problemas y de como modelar problemas problemas concretos de la vida real. Verála gran aplicabilidad de la matemática.

12.4.5 Laboratorios de Computación

Es indudable que día a día la tecnología va influenciando el desarrollo de las ciencias. La matemática no es la excepción. Por eso es importante introducir al estudiante a estos avances tecnológicos. Hoy en día uno de los mejores paquetes de manipulación simbólica en el paquete MATHEMATICA. El objetivo es que el estudiante se familiarize con dicho paquete y que lo pueda usar en sus cursos regulares. Tambien aprenderá el lenguaje de programación C. Además se familiarizará con el procesador de palabras LaTeXel cual es el procesador estandar para escribir artículos de matemática. Esto tiene el propósito de además obligar al estudiante a expresarse en forma clara y coherente y con presición.

12.4.6 Matemáticas Aplicadas

Esta componente del Ciclo Básico incluye a Física I, Introducción a la Teoría de probabilidad y dos materias electivas. Con esto el estudiante adquirirá una visión más amplia de las aplicaciones de la matemática a otras áreas.

Física I. Se ha escogido este curso porque el desarrollo de la matemática siempre ha estado íntimamente ligado alde la Física. Y es la Física, precisamente, donde primero se aplican las matemáticas.

Introducción a la Teoría de Probabilidad. Este curso es de gran importancia por que abre el camino al estudio de la Estadistica Matemática y sus aplicaciónes. Además sirve de introducción a la Teoría de la Medida que se estudia en análisis II-. De todos los cursos, el que quizá requiera de una mayor madurez es precisamente el de Introducción a la Teoría de Probabilidad. Sin embargo esta madurez se compensará con el estudio en Cálculo IV de los conceptos de medida cero y contenido cero en el contexto de espacios euchideanos de dimensión n (n finita).

Materias Electivas. Estas materias le dan flexibilidad al programa de estudios a fin de que el estudiante pueda incursionar al estudio de alguna otra ciencia que sea de su elección.
Requerimientos: El estudiante deberá elegir dos materías de la siguiente lista

- Biología
- Física II
- Economía
- Informática
- Química
- Ingeniería

Objetivos: Introducción al estudio de una de estas ciencias con el propósito de que el estudiante conozca el lenguaje y el rol de la matemática en algunas de estas ciencias.

Contenidos Minimos: Materias de servicio cuyos contenidos serán proporcionados por las Carreras correspondientes.

12.5 Carga Horaria y Modalidad

12.5.1 Carga Horaria

Todas las materias del Ciclo Básico salvo los Laboratorios de Computación I & II, Introducción a la Teoría de Probabilidad, Fisica I y las dos materias Electivas, tienen dos componentes:

- Teoría (cuatro horas a la semana)
- Práctica (dos horas a la semana)

Laboratorio de Computación I & II tendrá dos horas de teoría y dos de practica. Las otras cuatro materias son materias de servicio cuya carga horaria y modalidad serán determinadas por las carreras correspondientes.

12.5.2 Modalidad

La modalidad de los cursos del Ciclo Básico refleja el tercer objetivo del ciclo:

- Desarrollar la capacidad de trabajar tanto individualmente como en grupo, a la vez que desarrollar la habilidad de comunicación.

Al inicio del semestre se formarán grupos de trabajo. Estos grupos tendrán un responsable el cual recibirá crédito extra por esta obligación adicional. El responsable deberá ser rotado con regularidad de manera tal que todos los miembros del grupo tengan la misma oportunidad.

Teoría. Se tendrán dos sesiones semanales de dos horas cada sesión. En estas sesiones, el docente presentará una visión global del tema a tratar y desarrollará algunas de las ideas centrales. Sin embargo, se espera que los estudiantes participen en forma activa formulando preguntas y sugiriendo ideas propias. Al final de cada sesión, el docente asignará problemas de diversos grados de dificultad. La resolución de problemas es una componente importante en el desarrollo de los cursos. De nada sirve que el docente desarrolle la teoría en forma clara y precisa, si los estudiantes no aplican estos conocimientos a la resolución de problemas nuevos que vayan desde los más simples hasta aquellos que requieran de un dominio total de las técnicas expuestas en clase y de una capacidad creativa. Sin esta componente, los cursos perderán su validez y relevancia. Los problemas deberán ser resueltos primero en forma individual por el estudiante y posteriormente, lo más complicados deberán ser discutidos en grupo.

Práctica. En estas sesiones los estudiantes expondrán los problemas que hayan resuelto y se discutirán aquellos que no se han logrado resolver.

Nota. De ninguna manera el docente o el auxiliar resolverá los problemas asignados. Su labor en estas sesiones es de moderador y sólo podrá guiar y dar ideas pero nunca la solución completa a un problema.

12.6 Evaluación

El Ciclo Básico proporciona una componente de matemática pura en las áreas de Algebra, Análisis y Geometría y otra componente en el área de Aplicaciónes. Cada área tiene un peso similar. En todas las áreas el razonamiento riguroso y el razonamiento plausible juegan un papel central. El desarrollo natural de las materias en cada área hace que exista una gran coherencia y unidad entre todas las materias de todas las áreas. De esta manera, la matemática aparece como un conjunto de conocimientos unidos entre si y no como áreas ajenas. Se trabaja con temas centrales concretos que el estudiante pueda visualizar y asi tener una gran intuición, para que posteriormente, en el Ciclo Intermedio, al trabajar en un contexto más general y abstracto tenga a su disposición ejemplos concretos importantes. La modalidad de los cursos permitirá al estudiante desarrollar su habilidad para trabajar tanto individualmente como en grupo. El estudiante irá adquiriendo una mayor madurez matemática y una mayor iniciativa para trabajar independientemente. De igual manera, desarrollará su capacidad de comunicación.

En conclusión, al finalizar el Ciclo Básico, el estudiante habrá adquirido una actitud creadora en la cual el razonamiento lógico riguroso y la ímaginación (i.e., razonamiento inductivo o de lo plausible) son sus componentes principales, rompiendo así con los esquemas memorísticos tradicionales. Habrá adquirido una sólida formación en cuanto a conocimientos básicos y sus aplicaciónes a otras áreas. Así mismo, habrá adquirido una mayor confianza para trabajar independientemente y en grupos y habrá desarrollado su habilidad de comunicación.

El siguiente método de evaluación se aplicará a los estudiantes de la Carrera de Matemática:

Ciclo	*Básico*	*Intermedio*	*Orientación*	*Seminarios*
Evaluación Permanente	50%	50%	5%	10%
Tres Exámenes Parcíales	24%	24%	60%	45%
Exámen Final Global	16%	16%	25%	20%
Trabajo Individual o grupal	10%	10%	10%	25%

Notas. Los porcentajes en el ciclo de orientación representan la mínima cota inferior, la máxima cota superior está dada por los porcentajes de los ciclos básicos e intermedio.

- Evaluación permanente: consiste en efectuar al menos un examen corto semanal basados en los ejercicios de la prácticas y tareas.
- Exámenes parciales: habrá al menos tres a lo largo del semestre. Una copia de los mismos deberá ser entregada al coordinador del semestre.
- Exámen final: éste es un exámen global con preguntas que reflejen el conocimiento general de la materia.
- Trabajo individual: se espera que el alumno ya sea sólo o en grupo reducido desarrolle con profundidad un tema aprobado por el docente de la materia. El alumno deberá hacer una exposición oral y presentar un resumen de la exposición (mínimo cuatro hojas).

12.6.1 Conclusiones

Así el Ciclo Básico proprciona una componente de matemática pura en la áreas de Algebra, Análisis y Geometría y otra componente en el área de Aplicaciones. Cada área tiene un peso similar. En todas las áreas el razonamiento riguroso y el razonamiento de lo plausible juegan un papel central. Se trabaja con temas centrales concretos que el estudiante puede visualizar y asi tener una gran intuición, para en el siguiente ciclo entrar al área de las generalizaciones y las abstracciones.

Capítulo 13

Ciclo Intermedio

13.1 Quinto Semestre

13.1.1 Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos

Objetivos: Estudio de sistemas formales. Teorías de demostración y significado. Teoría axiomática de conjuntos.

13.1.2 Análisis I

Objetivos: Estudiar espacios métricos. Sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme y equicontinuidad. Teoremas de Ascoli-Arzela y de Stone-Weierstrass. Introducción a los espacios de Banach.

13.1.3 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Objetivos: Introducción a la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias, problemas con valores en la frontera y teoría de estabilidad.

13.1.4 Programción Lineal y No Lineal

Objetivos:
Contenido Mínimo:
Libros de Referencia:

13.2 Sexto Semestre

13.2.1 Algebra Abstracta I

Objetivos: Profundización del estudio de las estructuras algebraicas básicas. Teoría de grupos incluyendo los teoremas de Sylow e introducción a las representaciones lineales. Anillos e ideales. Campos y extensión de campos. Introducción a la teoría de módulos.

13.2.2 Análisis Complejo I

Objetivos: 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 y sus consecuencias. Convergencia normal. El teorema del residuo y sus consecuencias. Funciones armónicas.

13.2.3 Estadística Matemática I

Objetivos: Introducir al estudiante a la estadística matemática.

Contenido Mínimo: Materia de servicio cuyo contenido será proporcionado por la Carrera de Estadística.

13.2.4 Materia Electiva

Lista de materias electivas. El estudiante deberá cursar una de las siguientes materias:

- Investigación Operativa
- Introducción al Análisis Numérico
- Análisis Combinatorio
- Física III

Objetivos: Obtener una mejor perspectiva del rol de la matemática en otras ciencias.

Contenido Mínimo: Ver descripción de estas materias en

Capítulo 14

Ciclo de Orientación

14.1 Introducción

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

- Materias Electivas
- Materias Operativas
- Trabajo de Tesis

La idea fundamental de este ciclo es la de ofrecer la mayor flexibilidad al estudiante para incursionar en un área de especialización pero sin descuidar su formación general. Se busca establecer un balance entre generalidad y especialización.

Las Materias Electivas cumplen el propósito de proporcional la componente de formación general en esta etapa. El estudiante tiene la oportunidad de elegir tres materias con el único requerimiento de que éstas sean de tres áreas distintas. Las áreas se han dividido en: *álgebra, análisis, geometría y matemáticas aplicadas*. El propósito de cada una de estas materias es el de que el estudiante adquiera una visión general de temas avanzados en áreas distintas antes de especializarse.

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 sucesión natural de materias que conduzca a dar una formación sólida en algún 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 siguinetes posibilidades:

- Crear matemática.
- Difundir la matemática.
- Aplicar la matemática a otras áreas del conocimiento humano.

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

Al *crear matemática*, el matemático se plantea problemas y conjetura su posible solución. La elección de los problemas es originada por el gusto y el interés personal del matemático. Sin embargo, su relevancia queda determinada en función de su desarrollo, de la profundidad del tema que se trabaja y de sus alcances. Un buen matemático se planteará problemas que sean significativos en su área de trabajo. Estos por lo general son no triviales y su solución usualmente involucra la combinación de una o más rams de la matemática. Posiblemente la mejor manera de adentrarse en la investigación es siguiendo el trabajo de los grandes matemáticos, e.g., Riemann, Weyl, Weil, CArtan, Chern, Milnor, Atiyah , Singer, etc. 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 y de profundidad. No se puede llegar a estudiar estos temas sin seguir una trayectoria bien definida que condusca de forma eficiente a la literatura más reciente.

Es fundamental el *difundir la matemática* de la mejor manera posible. Son de todos sabidos los problemas que aquejan la enseñanza de la matemática. Indudablemente si se mejora la enseñanza de la matemática habrán muchos más alumnos interesados en seguir la profesión de matemático. El dictar un buen curso en la Carrera, el dar una buena plática a nivel de dibulgación, el preparar un buen programa para la enseñanza de la matemática son algunas de las tareas primordiales del matemático. Deben recibir una atención especial. Por ello es importante que el estudiante curse entre sus materias optativas al menos dos que tengan la *modalidad de seminario* a fin de que éste desarolle un trabajo más independiente, mejore su habilidad para comunicarse y también trabaje en equipo. Por otra parte, el trabajo de Tesis de Licenciatura también va encaminado a que el estudiante sea capáz de transmitir conocimientos avanzados en un área específica en forma clara y coherente.

Indudablemente uno de los mayores éxitos de la matemática es precisamente su *aplicabilidad a muchas otras ramas del conocimiento humano*. El desrrollar esta tarea en forma sistemática cae también dentro de las principales actividades del matemático. Para dedicarse a la matemática aplicada el matemático debe tener además de un conocimiento sólido de las áreas de la matemática que sean relevantes al campo de aplicación también un nivel de competencia en ese campo que le permita una interacción significativa entre sus ideas matemáticas y el campo de aplicación. Es importante que el matemático tenga un conocimiento firme de las técnicas de computación modernas y enfoques de los métodos numéricos usados en el área de especialización. A lo largo del plan de estudios, el estudiante tiene la oportunidad de elegir nueve materias en algún área de especialización que sea de su interés (aparte de su trabajo de tesis). De éstas, seis caen dentro del Ciclo de Orientación y son, por tanto, de carácter avanzado. En colaboración con las Careras de Biología, Informática, Ingeniería, Física y Estadística de la Universidad Mayor de San Andrés, se han diseñado varios módulos encaminados a que el estudiante se adentre en alguna de estas áreas. También se han diseñado varios módulos en Economía Matemática. En este contexto, el estudiante que desida seguir un módulo en matemática aplicada también deberá escribir su tésis dentro del área que haya escogido. Esto le permitirá trabajar más cercanamente en colaboración con especialistas en su área.

El *trabajo de tesis* representa una especie de resumen de toda la formación a lo largo del programa de estudios. El estudiante deberá trabajar independientemente en un tema avanzado y deberá ser capáz de presentarlo en forma clara. Esta componente del Ciclo de Orientación se describe en el siguiente capítulo.

14.2 Requerimientos

El alumno deberá aprobar nueve materias correspondientes al ciclo de orientación y un seminario de pretesis. Las materias serán de nivel 400 ó 500 y estarán organizadas de la siguiente manera:

- Materias electivas (tres)
- Materias operativas (seis)

El alumno deberá cursar tres materias electivas las cuales tendrán la modalidad de seminario. Estas materias deberán pertenecer a áreas diferentes de la siguiente lista: AREAS, Algebra, Análisis, Geometría, Matemáticas Aplicadas.

Las materias optativas están organizadas en módulos, los cuales en algunos casos requrirán que el alumno curse ciertas materias electivas específicas. Al menos tres de las materias optativas deberán ser de nivel 500.

14.3 Materias Electivas

14.3.1 Álgebra

- Algebra Abstracta II
- Teoría de Números Elemental

14.3.2 Análisis

- Análisis II
- Análisis Complejo II
- Ecuaciones Diferenciales Parciales

14.3.3 Geometría

- Topología I
- Variedades Diferenciables
- Geometría Diferencial Elemental

14.3.4 Matemáticas Aplicadas

- Análisis de Datos
- Modelos Matemáticos
- Análisis Numérico

Requerimientos. El estudiante deberá cursar tres materias electivas. Estas deben de pertenecer a áreas distintas. Estas materias deberán tener la modalidad de *seminario*.

Objetivos. El propósito de cursar tres materias electivas de nivel 400 en áreas distintas es el de dar una visión general a un nivel avanzado.

La modalidad de las materias es de *seminario* con asignamiento de temas en forma individual y por grupos a fin de que los estudiantes desarrollen su habilidad para trabajar tanto individualmente como en equipo y también adquieran práctica en transmitir sus conocimientos.

Modalidad. La modalidad de estas materias es de *seminario*. Se deberá enfatizar el trabajo individual y el trabajo en equipo.

14.4 Materias Optativas

El estudiante cursará seis materias optativas, de las cuales al menos cuatro corresponderán a un módulo en el área de orientación escogido por el mismo estudiante previa aprobación del H. Consejo de Carrera. Las restantes dos materias las elegirá el estudiante de acuerdo a su interés previa aprobación de su tutor. Estas materias deberán ser del nivel 400 ó 500. De las cuales al menos tres serán del nivel 500. (Nota: Las materias electivas de nivel 400 también pueden ser elegidas como materias optativas siembre que ya se haya cubierto el requerimiento de haber aprobado tres materias electivas de este nivel.)

14.5 Módulos por Areas de Orientación

Los módulos caen dentro de las siguientes áreas: matemáticas, economía, física, estadística, ingeniería, biología-ecología.

La lista de módulos que sigue no es exahustiva. El estudiante podrá diseñar algún módulo de acuerdo a sus intereses. Este módulo deberá ser aprobado por el Honorable Consejo de Carrera.

14.6 Módulos en Matemática

14.6.1 Geometría Algebraica

(a) Algebra Abstracta II

(b) Algebra Homológica

(c) Algebra Conmutativa

(d) Variedades Diferenciales

(e) Geometría Algebraica Elemental

(f) Análisis Complejo II

(g) Funciones Holomorfas de Varias Variables

(h) Superficies de Riemann

14.6.2 Teoría de Números

(a) Algebra Abstracta II

(b) Análisis Complejo II

(c) Teoría de Números Elemental

(d) Geometría Algebraica Elemental

(e) Teoría Algebraica de Números

(f) Teoría Analítica de Números

14.6.3 Análisis

(a) Análisis II

(b) Análisis Funcional I

(c) Ecuaciones Diferenciales Parciales

(d) Análisis Funcional II

14.6.4 Análisis en Variedades

(a) Análisis II

(b) Algebra Abstracta II

(c) Variedades Diferenciables

(d) Algebra Homológica

(e) Análisis Funcional I

(f) Geometría Pseudoriemanniana

(g) Análisis Funcional II

(h) Operadores Elípticos en Variedades

14.6.5 Análisis Complejo en Variedades

(a) Análisis Complejo II

(b) Superficies de Riemann

(c) Algebra Abstracta II

(d) Variedades Diferenciables

(e) Funciones Homoloforfas de VArias VAriables

(f) Geometría Pseudoriemanniana

(g) Variedades Complejas

14.6.6 Geometría

(a) Algebra Abstracta II

(b) Variedades Diferenciables

(c) Fundamentos de Grupos de Lie

(d) Geometría Pseudoriemanniana

(e) Tópicos de Geometría Semiriemanniana

14.6.7 Topología Algebraica

(a) Algebra Abstracta II

(b) Variedades Diferenciables

(c) Topología Diferencial

(d) Topología Algebraica

(e) Algebra Homológica

(f) Cohomología de Variedades

14.7 Biología-Ecología

14.8 Economía

14.8.1 Módulo I

(a) Análisis de Datos

(b) Microeconomía

(c) Macroeconomía

(d) Econometría

(e) Análisis Multivariantes

14.9 Estadística

14.9.1 Módulo I

(a) Muestreo I

(b) Muestreo II

(c) Modelos Lineales

(d) Diseño de Experimentos

(e) Análisis Multivariado

(f) Estadística No Paramétrica

(g) Métodos Estadísticos I

(h) Métodos Estadísticos II

14.9.2 Módulo II

(a) Investigación Operativa I

(b) Investigación Operativa II

(c) Investigación Operativa III

(d) Teoría de Colas

(e) Teoría de Desiciones

(f) Teoría de Juegos

14.9.3 Módulos III

(a) Procesos Estocásticos I

(a) Procesos Estocásticos II

(a) Teoría de Series Cronológicas

14.10 Física

14.10.1 Módulo I

(a) Mecánica Clásica

(b) Electromagnetismo

(c) Física Cuántica

(d) Relatividad General

14.10.2 Módulo II

(a) Mecánica Clásica

(b) Electromagnetismo

(c) Física Cuántica

(d) Teoría de Grupos de Lie

(e) Teoría Cuántica de Campos

14.10.3 Módulo III

(a) Física Moderna I

(b) Algebra Abstracta II

(c) Variedades Diferenciales

(d) Geometría Pseudoriemanniana

(e) Introducción a la Geometría Relativista

(f) Realtividad Especial

(g) Relatividad General

14.11 Informática

14.12 Ingeniería

14.13 Certificado de Egreso

Para obtener el Certificado de Egreso el estudiante habrá aprobado todas las materias del plan de estudios y el seminario de pretesis del noveno semestre.

Una vez aprobadas todas estas materias y el seminario de pretesis el estudiante hará la solicitud de extensión del Certificado de Egreso al Decano de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales.

Capítulo 15

Trabajo de Tesis de Licenciatura

15.1 Introducción

El Estudiante para graduarse como Licenciado en Matemática deberá redactar un trabajo de tesis de licenciatura que deberá reflejar su grado de madurez académica, sus conocimientos tanto generales como en un área específica de la matemática, su capacidad para desarrollar un tema profundo independientemente y lo transmitirá a la comunidad académica en forma clara y coherente.

15.2 Objetivos

Los objetivos del trabajo de tesis de licenciatura son que el estudiante demuestre:

- Madurez de formación matemática a nivel licenciatura.
- Conocimientos generales de la matemática y/o sus aplicaciones.
- Conocimiento profundo en un área específica de la matemática teórica o aplicada.
- Habilidad para desarrollar independientemente un tema matemático avanzado.
- Habilidad para transmitir a la comunidad académica sus conocimientos de manera clara y coherente.

15.3 Requerimientos

El estudiante deberá tener un tutor para avalar su trabajo de tesis.

En el noveno semestre el estudiante deberá aprobar un Seminario de Prestesis cuyo objetivo es que el estudiante adquiera los conocimientos preliminares necesarios al desarrollo de su tema de tesis.

15.4 Seminario de Pretesis

El proceso de desarrollo del seminario de pretesis consiste en:

1. Elegir un área de estudio.
2. Elegir dentro del área un tema de tesis.
3. Diseñar un programa de temas preliminares necesarios al desarrollo de la tesis.
4. Tomar un tutor.
5. Solicitar la aprobación del H. Consejo de la Carrera del programa y el tutor de tesis.

6. Desarrollo y exposición del programa por el estudiante en la modalidad de seminario.
7. Concluido el semeestre, el tutor evaluará el avance del estudiante.

Para continuar con la tesis, el estudiante deberá aprobar este seminario.

En caso de que la evaluación no sea satisfactoria, el estudiante tendrá la opción de continuar con el mismo tema proevia aprobación del H. Consejo de Carrera o en su defecto, deberá elegir un nuevo tema de tesis.

15.5 La Tesis de Licenciatura

Una vez aprobado el seminario de pretesis el estudiante continuará con el desarrollo de su tema de tesis.

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

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

El H. Consejo de Carrera nombrará un Comité de certificación de suficiencia de tesis, El estudiante podrá solicitar al H. Consejo de Carrera el nombramiento de un miembro del Comité. El estudiante deberá presentar una copia 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.

Las funciones de Comité consisten en seguir el seminario de tesis a cuya conclusión presentará un informe al H. Consejo de Carrera donde certifique la suficiencia o no del trabajo de tesis.

Si el informe del Comité de Tesis certifica la sufiencia del trabajo de tesis, el estudiante solicitará al H. Consejo de Carrera la Defensa de Tesis.

Si el Comité de Tesis considera que la tesis no es satisfactoria. El informe deberá especificar las observaciones a la misma, pudiendo sugerir las modificaciones necesarias o el rechazo del trabajo de tesis.

En caso de que se sugieran modificaciones a la tesis, el estudiante deberá presentar una nueva copia de la tesis con las modificaciones requeridas y las sesiones de seminario de tesis necesarias.

En caso de rechazo el H. Consejo de Carera citará al Comité y al estudiante para determinar las acciones a seguir.

15.6 La Defensa de Tesis

Una vez que el H. Consejo de Carrera apruebe la Defensa de Tesis, el estudiante deberá llevar a cabo los trámites pertinentes. El H. Consejo de Carrera nombrará al Tribunal de Defensa de Tesis, el cual será presidido por el Decano de la Facultad.

Capítulo 16

Tabla de Convalidación

16.1 Introducción

El propósito de este capítulo es el de establecer los lineamientos necesarios para la transición entre el plan de estudios (1993) y el nuevo programa. Debido al hecho que el Nuevo Programa de Estudios va a ser implementado paulatinamente semestre por semestre. Los estudiantes que ya hayan aprobado materias del Programa de Estudios de 1983 tendrán el tiempo de doce semestres para egresar. De este modo no tendrán de cambiarse al nuevo plan de estudios. La tabla de convalidación está diseada fundamentalmente para aquellos estudiantes de la Carrera de Matemática que por una u otra causa no terminen sus estudios dentro del tiempo drante el cual el Plan de Estudios (1983) permanece en vigencia. Cualquier otro tipo de trámite (e.g., alumnos de otras carreras que deseen ser admitidos en la Carrera de Matemática), deberá ser tratado en forma especial por una comisión nombrada por el H. Consejo de Carrera.

16.2 Vigencia del Plan de Estudios Actual

El Plan de Estudios (1983) continuará en vigencia por un período de doce semestres. De esta manera, los estudiantes que ya hayan aprobado materias en el Plan de Estudios (1983) tendrán tiempo suficiente para terminar dentro este plan.

En caso de que algún alumno del Plan de EStudios (1983) no logre egresar en este plazo, entonces deberá solicitar al H. Consejo de Carrera que se le acepte en el Nuevo Plan de Estudios y que se le convaliden las materias que haya aprobado. Es precisamente para un posible caso de esta naturaleza que la Tabla de Convalidación en 16.3 ha sido diseada. La desición final en cuanto a la aceptación del estudiante en el Nuevo Plan de Estudios es responsabilidad exclusiva del h. Consejo de Carrera.

16.3 Alumnos de otras Carreras

Los alumnos de otras carreras que deseen ser admitidos en la Carrera de Matemática tienen dos opciones:

1. Solicitar que se los acepte en el Plan de Estudios (1983).
2. Solicitar que se les acepte en el Nuevo Plan de Estudios.

16.3.1 Solicitud para el Plan de Estudios (1983)

En el caso de que el estudiante elija esta opción, entonces se procederá de acuerdo a los lineamientos vigentes de dicho plan. El estudiante deberá tener presente el tiempo que le queda disponible para completar el programa de estudios.

16.3.2 Solicitud para el Nuevo Plan de Estudios

En este caso, el H. Consejo de Carrera nombrará un Comité que se encargará de estudiar el caso del amumno solicitante.

Vale la pena hacer notar que es probable que el número de materias convalidadas sea mucho menor que si el estudiante opta por entrar al Plan de Estudios de (1983)

16.4 Tabla de Convalidación

Nota. Esta Tabla de Convalidación deberá entrar en vigencia si un alumno del Plan de Estudios (1983) no termina antes de doce semestres a partir del semestre en que se implemente el Nuevo Plan de Estudios.

Vale la pena aclarar que el elavorar la presente Tabla de Convalidación se ha querido dar la mayor flexibilidad posible a los estudiantes que se encuentren en la necesidad de hacer la transición entre el Plan de Estudios (1983) y el Nuevo Plan de Estudios. El mayor porblema de dicha convalidación aparece en las materias de los primeros semestres. Sobretodo en los cursos de álgebra y cálculo. Hay varias materias del Nuevo Plan para las cuales el estudiante tendrá la opción de presentar un examen de suficiencia o bien tendrá que cursarlas. Por otra parte, algunos de los cursos que haya aprobado del Plan de Estudios (1983) no tienen convalidación alguna en el Nuevo Plan. Se han tratado de minimizar estas circunstancias.

Materias del Nuevo Plan de Estudios para las cuales el alumno puede optar por un Examen de Suficiencia. Cálculo II, Cálculo IV.

Materias del Nuevo Plan de Estudios que el alumno deberá cursar. Todas aquellas materias del Nuevo Plan de Estudios para las cuales no hay convalidación con alguna del Plan de Estudios (1983) el alumno deberá cursarlas. En particular, el alumno deberá completar un Módulo de Orientación de acuerdo a los requerimientos del Nuevo Plan de Estudios.

Nota. Toda situación no contemplada aquí deberá ser resuelta por una comisión nombrada por el H. Consejo de Carrera.

Tabla de Convalidación	
Plan de Estudios (1983)	*Nuevo Plan de Estudios*
Int. a la Computación	Lab . de Computación II
Geometría I	Geometría I
Álgebra	Álgebra I
Cálculo I	Cálculo I
Trad. Técnica I	No se convalida
Álgebra Lineal	Álgebra Lineal I
Estadística Descriptiva I	No se convalida
Informática I	Electiva I
Cálculo II	Cálculo III
Trad. Técnica II	No se convalida
Teoría Axiomática de Conjuntos	Lógica Mat. y Teo. de Conjuntos
Probabilidades y Estadística	Intr. a la Teo. de Probabilidades
C'alculo III	Ec. Diferenciales Ordinarias
Trad. Técnica III	Exámen de Traducción
Física Básica I	Física I
Informática II	Electiva II
Cálculo IV	No se convalida
Geoemtría II	Geometría II
Física Básica II	Electiva III
Álgebra Abstracta I	Álgebra Abstracta I
Análisis I	Análisis I
Toplogía General	Topología General
Álgebra Abstracta II	Álgebra Abstracta II
Análisis II	Análisis II
Geometría Diferencial	Geometría Diferencial Elemental
Análisis Funcional	Análisis Funcional
Topología Algebraica	Topología Algebraica
Materias Electivas	
Variable Compleja de Varias Variables	Funciones Holomorfas de Varias Variables
Teoría de Números	Teoría de Números Elemental
Teoría de Ec. Diferenciales	Optativa de Nivel 400
Historia del Pensamiento Matemático	Tópicos de Historia de la Matemática
Int. a la Teo. de Control	Optativa del Nivel 400
Mecánica Clásica	Mecánica Clásica
Electrodinámica	Electrodinámica
Mecánica Analítica	Mecánica Analítica
Mecánica de Fluidos	Mecánica de Fluidos
Tópicos de Algún Área	Se deberá analizar cada materia

Parte IV

Descripción de Materias

Capítulo 17

Ciclo Básico

17.1 Primer Semestre

17.1.1 Álgebra I

Objetivos. Introducción a las estructuras algebraicas fundamentales: grupo de anillo. Ejemplos de estructuras conmutativas: los números enteros y los números complejos. Estructuras no conmutativas: el anillo de matrices y el grupo de permutaciones.

Contenido Mínimo:

1. Conjuntos
2. Relaciones y Funciones
3. Números Enteros, Principio de Inducción
4. Números Complejos, Geometría del Plano Complejo
5. Combinaciones y Permutaciones
6. Matrices y Determinantes, Sistemas de Ecuaciones Lineales

Libros de Referencia:

1. H. Cárdenas, E. Lluis, F. Raggi y F. Tomás, *Álgebra Superior*, Ed. Trillas, 1981.
2. A. Rojo, *Algebra I*, Ed. El Ateneo, 1981.
3. B. P. Palka, *An Introduction to Complex Funtion Theory*. Spriger Verlag, 1991. (Cap. 1)

17.1.2 Cálculo I

Objetivos: Conocer el Cálculo diferencial de una variable y sus aplicaciones. Estructura algebraica de campo. Completitud de los números reales.

Contenido Mínimo:

1. Números reales
2. Funciones y sus gráficas
3. Límites y Continuidad
4. Axioma del Supremo
5. Diferenciación

Libros de Referencia:

1. M. Spivak, *CALCULUS*, Vol.I (Secciones 1-12.) Ed. Reverté, 1970.
2. T.M. Apostol, *Calculus*. Vol. I. Blaisdell Publishing Co. 1967.

17.1.3 Geometría I

Objetivos: Introducción a la geometría del plano, geometría hiperbólica y la geometría esférica. Introducción a la estructura algebraica de espacios vectoriales y a los grupos de isometrías.

contenido Mínimo:

1. Vectores en el plano R^2
2. Lineas Rectas
3. Gráficas de Ecuaciones Cuadráticas
4. Coordenadas Polares. (Gráficas en Coordenadas Polares)
5. Transformaciones Rígidas del Plano
6. Ingroducción a la Geometría Hiperbólica
7. Introducción a la Geometría Esférica

Libros de Referencia:

1. Haaser, LaSalle y Sullivan, Análisis Matemático, vol. I. Ed. Trillas, 1964.

17.1.4 Introducción a los Modelos I

Objetivos:

1. El estudiante debe ser presentado a la heurística de cómo plantear y resolver problemas.
2. Se resolverán problemas de los otros cursos a fin de ayudarle al alumno a tener éxito en ellos.
3. El estudiante debe adquirir familiaridad en el modelaje y la aplicación de la matemática.

Contenido Mínimo:

1. Sobre la resolución de problemas
   (a) Comprensión de problemas
   (b) Elaboración de un plan de resolución
   (c) Desarrollo del plan
   (d) Revisión y evaluación de la solución
2. Razonamiento Inductivo y Razonamiento Deductivo
3. Modelos Matemáticos
   (a) Descripción de un modelo
   (b) Identificación de variables y sus relaciones
   (c) Dependencia de recursos y de tiempo
   (d) Interpretación de los resultados y presentación de las soluciones
   (e) Validación de modelo

Libros de Texto:

1. G. Polya, *Como Plantear y Resolver Problemas*. Ed. Trillas, 1957.
2. A.M. Starfield, et. al., *How to model it*. Ed. McGraw-Hill, 1990.

17.1.5 Laboratorio de Computación I

Objetivos:

1. Familiarizar al estudiante con el paquete Mathematica a fin de que pueda graficar funciones, resolver ecuaciones, usar métodos numéricos.
2. Enseñar al estudiante a escribir y expresar sus ideas en forma clara y precisa. El uso de los paquetes Mathematica y LATEX obligará al estudiante a ser preciso y sistemático en su escritura.

Estructura: Reunión una vez por semana dos horas.

Contenido Mínimo: Parte I

1. Introducción al paquete Mathematica
2. Cálculos númericos
3. Cálculos algebraicos
4. Funciones gráficas
5. Álgebra
6. Cálculo
7. Algebra lineal
8. Aproximaciones numéricas

Parte II

1. Introducción al paquete LaTeX
2. Introducción al editor EMACS
3. Tipos de documentos
4. Comandos usuales
5. Fórmulas matemáticas
6. Elaboración de bibliografías

Libros de Referencia:

1. S. Wolfram, *Mathematica*, 2a ed. Addison-Wesley, 1991.
2. L. Lamport, *LaTeX*, Addison-Wesley, 1986.

17.2 Segundo Semestre

17.2.1 Álgebra II

Objetivos: 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 divisin conmutativa). Aplicaciones de estos sistemas.

Contenido Mínimo:

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

Libros de Referencia:

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

17.2.2 Cálculo II

Objetivos: Este curso es una continuación de Cálculo I. Se cubrirá la teoría de integración de funciones de una variable real. Se estudiarán las funciones elementales trascendentales, suceciones y series numéricas. Introducción a la convergencia uniforme de funciones.

17.2.3 Contenido Mínimo:

1. Integración
2. Teorema Fundamental de Cálculo
3. Funciones Trigonométricas, Logarítmicas y Exponenciales
4. Aproximacizon por funciones polinómicas
5. Sucesiones y series
6. Convergencia Uniforme y Series de Potencias
7. Números Complejos, Funciones Complejas y Series Complejas de Potencias.

Libros de Referencia:

1. M. Spivak, *CALCULUS*, Vol.I (Secciones 13-26) Ed. Reverté, 1970.
2. T.M. Apostol, *Calculus*, Vol.I, Blaisdell Publishing Co. 1967.

17.2.4 Geomtría II

Objetivos: Introducción a la geometría del espacio y sus transformaciones, Introducción a la geometría de superficies.

1. Vectores en el espacio R^3
2. Producto Cruz y Triple Producto
3. Líneas y Planos en R^3
4. Gráficas de Ecuaciones Cuadráticas
5. Coordenadas Cilíndricas y Esféricas
6. Transformaciones Rígidas del Espacio
7. Introducción a la Geometría Riemanniana de Superficies

Libros de Referencia:

1. Haaser, LaSalle y Sullivan, *Análisis Matemático*, Vol. II. Ed. Trillas, 1975.
2. J.A. Thorpe, *Elementary Topics in Differntias Geometry*. Springer-Verlag, UTM, 1979.

17.2.5 Introducción a Modelos II

Objetivos: Introducción a la formulación de modelos en diversas áreas de aplicación tales como economía, biología, física, ingeniería u otras.

Contenido Mínimo:

1. Modelos de opitimización
2. Modelos dinámicos
3. Modelos discretos
4. Modelos probabilísticos

Libros de Referencia:

1. A.M. Starfield, *Hos to model it*, McGraw-Hill, 1990
2. D.N. Burghes, I. Huntley y J. McDonald, *Applying Mathematics: A course in mathematical modelling*. Ellis Horwood, 1982.

17.2.6 Laboratorio de Computación II

Objetivos: Introducción a la programación. Estudio de un lenguaje de programación actual.

Estructura: Reunión una vez por semena dos horas.

Contenido Mínimo:

1. Introducción a la programción
2. Comandos básicos
3. Comandos avanzados

Libros de Referencia: ??

17.3 Tercer Semestre

17.3.1 Algebra Lineal I

Objetivos: Introducción al estudio de los espacios vectoriales de dimensión finita. Construcción de nuevos espaios tales como porducto y suma directa, cocente, espacio dual. Tranformaciones lineales y Hom(V.W.). Formas canónicas elementales.

Contenido Mínimo:

1. Introducción. Sistemas de Ecuaciones Lineales
2. Espacios Vectoriales
3. Transformaciones Lineales
4. Polinomios y Determinantes
5. Formas Canónicas Elementales

Libros de Referencia:

1. K. Hoffman y R. Kunze, *Álgebra Lineal*. (Cap. 1-6, -1 y 4, repaso-) Prentice/Hall, 1971.
2. S. Lang, *Álgebra Lineal*, Fondo Educativo Interamericano, 1971.
3. L.H. Loomis y S. Sternberg, *Advanced Calculus*, Addison-Wesley. 1968.
4. S. MacLane y G. Birkhoff, *Álgebra*. The MacMillan, 1967.
5. S. Lang. *Álgebra*, Aguilar, 1971.

17.3.2 Cálculo III

Objetivos: Introducción a la Topología de R^n como espacio normado. Continuidad y diferenciabilidad de funciones de varias variables. Teoremas de la función inversa y de la función implícita. Teorema del rango. Introducción a las subvariedades, el espacio tangente y los multiplicadores de Lagrange.

Contenido Mínimo:

1. Espacios vectoriales normados. Énfasis en R^n
2. Continuidad de funciones de varias variables.
3. Diferenciabilidad
4. Derivadas direccionales, el teorema del valos medio
5. El teorema de la función inversa y el de la función implicita
6. Subvariedades. Espacio tangente. Multiplicadores de Lagrange.

Libros de Referencia:

1. M. Spivak, *Cálculo en variedades*. (Cap.1 y 2). Ed. Reverté, 1970.
2. W. Fleming, *Funtions of Several Variables*. (Cap.1 y 4) Addison-Wesley, 1965.
3. L.H. Loomis y S. Sternberg, *Advanced Calculus*. Addison-Wesley, 1968.
4. J.A. Thorpe, *Elementary Topics in Differential Geometry*. Springer-Verlag, 1979.

Se cubrirá el siguiente material:

1. M. Spivak, Cap. 1 y 2, complementado por W. Fleming, Cap. 1-4, Loomis-Sternberg, Cap.3 y 4;
2. J.A. Thorpe, Cap. 1-4. Esto para la parte No. 6.

17.3.3 Física I

Objetivos: Introducción al estudio de la física con el propósito de que estudiante conozca el lenguaje y el rol de la matemática en esta ciencia.

Contenido Mínimo: Materia de servicio cuyos contenidos serán proporcionados por la Carrera de Física.

17.3.4 Materia Electiva

El estudiante deberá elegir una materia de la lista proporcionada en 17.5.

17.4 Cuarto Semestre

17.4.1 Álgebra Lineal II

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

Contenido Mínimo:

1. Forma racional y de Jordan
2. Espacios con producto interior
3. Operaiones sobre espacios con producto interior
4. Formas bilineales
5. Formas cuadráticas

Libros de Referencia:

1. K. Hoffman y R. Kunze, *Álbebra Lineal* (Cap. 1-6, -1 y 4, repaso-) Prentice/Hall, 1971.
2. S. Lang. *Álbebra Lineal*. Fondo Educativo Interamericano, 1971.
3. L.H. Loomis y S.Sternberg, *Advanced Calculus*, Addison-Wesley, 1968.
4. S. MacLane y G. Birkhoff, *Álgebra*. The MacMillan, 1967.
5. S. Lang, *Álgebra*, Aguilar, 1971.

17.4.2 Cálculo IV

Objetivo: Integración de funciones de varias variables con introducción a la teoría de la medida. Introducción a formas diferenciales. Teorema de Stokes y sus variaciones.

Contenido Mínimo:

1. Funciones Integrables
2. Medida Cero y Contenido Cero
3. Teorema de Fubini
4. Particiones de la Unidad
5. Cambio de Variables
6. Diferenciación Bajo el Signo de la Integral
7. Teorema de Stokes

Libros de Referencia:

1. M. Spivak, *Cálculo en variedades*, Ed. Reverté, 1970.
2. W. Fleming, *Funtions of Several Variables*, Addison-Wesley, 1965.
3. L.H. Loomis y S. Sternberg, *Advanced Calculus*, Addison-Wesley, 1968.
4. J.A. Thorpe, *Elementary Topics in Differential Geometry*. Springer-Verlag, 1979.

Se cubrirá el siguiente material:

1. M. Spivak, Cap. 3, complementado por loomis-Sternberg, Cap. 8,
2. W. Fleming, Cap. 5-6.
3. J.A. Thorpe, Cap. 5, 14, 17, y 20 (5 y 14 repaso).

17.4.3 Introducción a la Teoría de Probabilidad

Objetivos: Introducción al estudio de la teoría de probabilidad.

Contenido Mínimo: Materias de servicio cuyos contenidos serán proporcionados por la Carrera de Estadística.

17.4.4 Materia Electiva

El estudiante deberá elegir una materia de la lista proporcionada en 17.5.

17.5 Materias Electivas. Tercer y Cuarto Semestres

Requerimientos: El estudiante deberá elegir dos materias de la siguiente lista:

- Biología
- Física II
- Economía
- Informática

Objetivos: Introducción al estudio de una de estas ciencias con el propósito de que el estudiante conozca el lenguaje y el rol de la matemática en algunas de estas ciencias.

Contenidos Mínimos: Materias de servicio cuyos contnidos serán proporcionados por las Carreras correspondientes.

Capítulo 18

Ciclo Intermedio

18.1 Quinto Semestre

18.1.1 Lógica Matemática y Teoría de Conjuntos

Objetivos: A partir de una introducción rigurosa de las distintas ramas de la Matemática, se hace precisa a una descripción del contexto formal de las demostraciones y del origen axiomático constructivo de los objetos matemáticos; para lo cual, se desarrollan los elementos mínimos de la Teoría de Demostraciones y de la Teoría Axiomática de Conjuntos.

Contenido Mínimo:

1. Lógica
    - Introducción: Sistemas Formales.
    - El Sistema Formal del Cálculo de Enunciados.
    - El Sistema Formal del Cálculo de Predicados
2. Conjuntos
    - *Introducción:* Esquema Axiomático de Abstracción y Paradoja de Russell.
    - *Desarrollos Generales:* Axiomas de Extensionalidad y Separacón; Intersección, Unión y Diferencia; Axioma de Apareamiento y Pares Ordenados; Definición por Abstracción; Axioma de Suma y Familias de Conjuntos; Axioma del Conjuntos Potencia; Producto Cartesiano; Axioma de Regularidad.
    - Relaciones y Funciones: Relaciones, Relaciones de Orden; Relaciones de Equivalencia y Particiones, Funciones.

Libros de Referencia:

1. Chiara Scabia, M.L.D. *Lógica* Ed. Labor, S.A. Barcelona España.

2. Hamilton, A.G. *Lógica para matemáticos*, Ed. Paraninfo, Madrid, España.

3. Suppes, P. *Teoría Axiomática de Conjuntos*. Ed. Norma, Cali, Colombia.

18.1.2 Análisis I

Objetivos: Estudiar espacios métricos, Sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme y equicontinuidad, Teoremas de Ascoli-Arzela y de Stone-Weierstrass. Introducción a los espacios de Banach.

Contenido Mínimo:

1. Espacios Métricos
2. Topología de los Espacios Métricos
3. Continuidad
4. Compacidad
5. Completés
6. Conexidad
7. Sucesiones y Series de Funciones
8. Convergencia Uniforme
9. Equicontinuidad. El Teorema de Stone-Weierstrass
10. Introducción a los Espacios de Banach

Libros de Referencia:

1. W. Rudin, *Principios de Análisis Matemático*. (Cap. 1-4,7.) McGraw-Hill, 1966.
2. J.Diendonné, *Fundamentos de Análisis Matemático*. (Cap. 1.3.) Ed. Reverté, 1966.
3. S. Lang, *Real Analysis*. 2a ed. (Cap. 2-3.) Addison-Wesley, 1973
4. L.H. Loomis and S. Sternberg, *Advanced Calculus*. (Cap. 5) Addison-Wesley, 1968.

18.1.3 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Objetivos: Introducción a la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias, problemas con valores en la frontera y teoría de estabilidad.

Contenido Mínimo:

1. Teorema de Exitencia y Unicidad
2. Dependencia de Parámetros y Condiciones Iniciales
3. Ecuaciones Lineales
4. Problemas con Valores en la Frontera
5. Estabilidad. Ecuaciones no Lineales
6. Métodos Numéricos

Libros de Referencia:

1. J.Sotomayor, *Lecciones de Ecuaciones Diferenciales*. Proyecto Euclides (IMPA), 1979.
2. Boyce y DiPrima, *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Ed. Limusa, 1979.
3. L.H. Loomis and S. Sternberg, *Advanced Calculus*. Addison-Wesley.1968.
4. G. Simmons, *Ecuaciones Diferenciales*. Ed. McGraw-Hill, 1977.
5. E.A. Coddington, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Ed. C.E.C.S.A., 1975.

6. Piccini-Stampacchia-Vidossich, *Ordinary Differential Equations in R^n*. Springer-Verlag, 1984.
7. H. Cartan, *Cálculo Diferencial*, Ed. Omega Barcelona, 1972.
8. M. Guzmán, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Teoría de Estabilidad y de Control*, Ed. Alhambra, 1975.
9. C. Imaz y Z. Vorel, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*. Ed. Limusa Wiley, 1975
10. Edwars y Penny, *Differential Equations with Boundary Valve Problems*, Ed. Prentice-Hall, 1993.

18.1.4 Estadística Matemática I

Objetivos: Introducir al estudiante a la estadística matemática.

Contenido Mínimo: Materia de servicio cuyo contenido será proporcionado por la Carrera de Estadística.

18.2 Sexto Semestre

18.2.1 Álgebra Abstracta I

Objetivos: Profundización del estudio de las estructuras algebraicas básicas. Teoría de grupos incluyendo los teoremas de Sylow e introducción a las representaciones lineales. Anillos e ideales. Campos y extensión de campos. Introducción a la teoría de módulos.

Contenido Mínimo:

1. Grupos
2. Anillos
3. Campos
4. Módulos

Libros de Texto:

1. S. MacLane y G. Birkhoff, *Álgebra*. The MacMillan, 1967.
2. Hilton, Chiang Wu, *Curso de Álgebra Moderna*, Ed. Reverté, 1982.
3. G. Birkhoff y S. MacLane, *A Survey of Modern Algebra*. The MacMillan, 1961.
4. M.F. Atiyah e I. G. Macdonald, *Introduction to Commutative Algebra*, Addison-Wesley, 1969.
5. S. Lang. *Álgebra*. Ed. Aguilar, 1971.
6. Herstein, *Álgebra Moderna*. Ed. Trillas, 1970.

18.2.2 Análisis Complejo I

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

Contenido Mínimo:

1. Funciones de Variable Compleja
2. Derivadas Complejas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann
3. Funciones Exponenciales y Trigonométricas
4. Ramas de Funciones Inversas
5. R-Diferenciabilidad y C-Diferenciabilidad
6. Integración a lo Largo de Curvas
7. Teoremas de Cauchy y sus Consecuencias
8. Sucesiones y Series de Funciones Analíticas
9. Familias Normales
10. Ceros de Funciones Analíticas
11. Singularidades Aisladas
12. El Teorema del Residuo y sus Consecuencias
13. Funciones Armónicas

Libros de Referencia:

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

18.2.3 Teoría de Programación Lineal y No Lineal

Objetivos: Estudiar los fundamentos teóricos de la Programación Lineal y la Programación No Lineal.

Contenido Mínimo:

1. Conjuntos convexos.
   Introducción. Conjuntos Convexos. El casco Convexo de un conjunto. Algunas propiedades topológicas de conjuntos convexos. Separación y soporte de conjuntos convexos y teoremas alternativos.
2. Funciones Convexas.
   Funciones Convexas. El epígrafo y el hipógrafo de una función convexa. La derivada direccional y el subgradiente. Funciones convexas diferenciables. Máximos y Mínimos de una función convexa.
3. Generalización de Funciones Convexas.
   Funciones Cuasi-convexas. Funciones Pseudo-convexas. Relaciones entre funciones Pseudo-convexas y funciones cuasi-convexas y caracterizaciones adicionales.
4. Optimización Lagrangeana. Optimización Clásica. Condiciones necesarias de optimalidad para problemas con restricciones especiaficadas por igualdades y desigualdades. Suficiencia.

5. Dualidad y Optimalidad de Puntos Silla.
   El dual del problema de Programación No Lineal. Interpretación geométrica del problema dual. Una interpretación económica del Lagrageano y del problema dual. Puntos Silla. Puntos Silla del Lagrangeano y Dualidad. El Resultado Débil de Dualidad. Funciones Convexas Diferenciables. La Brecha de Dualidad y los teoremas de inexistencia de la Brecha y de Dualidad Convexa. Inexistencia y No acotamiento. Condiciones de optimalidad de punto silla. La relación entre las distintas condiciones de optimalidad.

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

Libros de Texto:

1. J. Marquez Diez-Canedo, *Fundamentos de Teoría de Optimización*, Edit. Limusa, 1987.

2. O. Armitano, J. Edelman, U. Garcia, *Programación No Lineal*, Edit. Limusa, 1985.

3. Bazaara, *Programación Lineal y Flujo de Redes*, Edit. Limusa. 1985.

18.2.4 Materia Electiva

Lista de materias electivas. El estudiante deberá cursar una de las siguientes materias:

- Investigación Operativa
- Introducción al Análisis Numérico
- Análisis Combinatorio
- Física III

Objetivos: El objetivo de estas electivas es el que el estudiante tenga la opción de elegir entre la opción de adentrarse an más en el estudio de la Física (hbiendo aprobado Física I y II) o bien que incursione en alguna otra área de la matemática que está encaminada a las aplicaciones o al análisis numérico, tema éste de gran valía fundamentalmente por el papel tan inportante que juegan las computadoras en la actualidad y por la necesidad de utilizar los métodos numéricos para resolver problemas concretos. El objetivo es que el estudiante obtenga una mejor perspectiva del rol de la matemática en otras ciencias.

En las siguientes secciones aparece la descripción de estas materias.

18.2.5 Física III

Objetivos: Obtener una mejor perspectiva del rol de la matemática en esta ciencia.

Contenido Mínimo: Materia de servicio cuyos contenidos serán proporcionados por la Carrera de Física.

Capítulo 19

Ciclo de Orientación

19.1 Álgebra

En esta sección aparece la descripción de los cursos de Álgebra y Teoría de Números.

19.1.1 Álgebra Abstracta II

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

Contenido Mínimo:

1. Conjuntos Ordenados, Retículos y Axioma de Zorn:
   Conjuntos Ordenados. Cárdenas. Elementos Notables. Semiretíticulos. Retículos, Definicones Algebraicas. Retículos Distributivos. Retículos de Boole. Retículos Modulares. Conjuntos Inductivos. Axioma de Zorn. Aplicaciones. Equivalencias.

2. Cuerpos y Ecuaciones Algebraicas:
   Extenciones Simples, Cuerpo de Ruptura, Cuerpo de Descomposición, Extensiones Finitas, Elementos Algebraicos, Raices de la Unidad, Campos de Galois, Teorema del Elemento Primo, Teorema de Wedderburn, Clausura Algebraica de un Cuerpo, Teorema de los ceros de Hilbert, Teoría de Galois.

Libros de Texto: *Lecciones de Álbebra Moderna*, P. Dubreil, M.L. Dubreil-Jacotin, Reverté S.A.

19.1.2 Álgebra Homológica

Objetivos: Introducir en el nivel de licenciatura los conceptos generales del Algebra Hológica, que se presentan como la expresión abstracta de la interacción entre la Topología y el Algebra en los Módulos de Homología. Preparar las bases para el estudio de la Cohomología de Grupos y la K-Teoría Clásica.

Contenido Mínimo:

1. Teoría de Módulos:
   Módulos, Teoremas de Isomorfismo, Sucesiones Exactas, Suma y Producto Directo, Los Funtores Hom, Módulos Libres y Proyectivos, Módulos Inyectivos, Producto Tensorial.

2. Categorias y Funtores:
   Categorías y Funtores, Transformaciones Naturales, Productos Fibrados y Categorias Abelianas.

3. Álgebra Homológica:
   Hología, Resoluciones, $Tor_n(\, , \,)$, $Ext^n(\, , \,)$ Funtores Derivados, y, Torsión y Extensiones.

Libros de Texto: *Álgebra Homológica, Cohomología de Grupos y K-Toría Algebraica Clásica*. Emilio Lluis-Puebra, Editorial Addison-Wesley Iberoamericana.

19.1.3 Álgebra Conmutativa

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

Contenido Mínimo:

1. Anillos e ideales
2. Módulos, Anillos y Modulos 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.

Libros de Texto: *Introducción al Álgebra Conmutativa*, M.F. Atiyah e LG. Macdonald, Reverté S.A.

19.1.4 Geometría Algebraica Elemental

Prerequisitos: Teoría de anillos, Ideales, polinomios y módulos. Elementos de Topología general.

Objetivos: El curso de geometría Algebraica tienen por objetivo dar al estudiante elementos de esta teoría como introducción a la rica interacción entre la geometría y el álgebra.

Contenido Mínimo:

1. Conjuntos algebraicos afines
2. Variedades afines
3. Propiedades locales de las curvas planas
4. Variedades proyectivas
5. Variedades, morfismos y aplicaciones racionales
6. Resoluciones singulares
7. El teorema de Riemann-Roch

Libros de referencia:

1. W. Fulton *Curvas algebraica*. Introducción a la geometría algebraica. Reverté, S.A. Barcelona, 1971
2. J.L. Coolidge, *A tretise on Algebraic Plane Curvas*, Dover Publications, Inc., N.Y., 1959.

19.1.5 Teoría de Números Elemental

Introducción: La teoría de números ha ocupado siempre una posición peculiar respecto de las distintas ramas de la matemática por su reputación del ser dificil y por estar revestida de un aura de cierto misterio. Es sin embargo, única en cuanto a campo de experimentación de la inmaginación. 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, capáz 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 lebremente, invitandolos 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. Ramas bien establecidas generalizan la clásica teoría de números, como, por ejemplo, la teoría algebraica de números, la teoría analítica, la geometría diofantina, geometría aritmética y la geometría algebraica. La misma 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.

Objetivos: Como objetivos generales de la asignatura se plantean los siguientes:

- 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.
- Crear una mentalidad de trabajo independiente.

Como objetivos específicos de la asignatura se plantean los siguientes:

- Introducir los conceptos básicos de la teória elemental de números tales como la divisibilidad, el Máximo común divisor y los números primos y compuestos.
- Presentar la terorí y métodos de resolución de las congurencias, lineales teoremas de Euler,Fermat y Wilson, y el teorema chino del reso.
- 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.

Contenidos: Unidades mínimas:

1. Teoría de la divisibilidad
2. Teoría de congruencias
3. Reciprocidad cuadrática
4. Ecuaciones diofantinas

5. Fracciones continuadas simples

Unidades analíticas:

1. Teoría de la divisibilidad
2. Teoría de congruencias
3. Reciprocidad cuadrática
4. Ecuaciones diofantinas
5. Fracciones continuadas simples

Métodos de enseñanza y aprendizaje: 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 tiente 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.

19.1.6 Teoría Algebraica de Números

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

En los últimos docientos años, o sea los tiempos de Gauss, ha existido un desarrollo intenso de la asignatura en muchas direcciones. Es imposible dar en poscas páginas una calra 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 Numeros 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.

Objetivos: Como objetivos generales de la asignatura se plantean los siguientes:

- Dar a conocer a los alumnos los problemas centrales de la Teoría Analítica de los Números.
- 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.
- 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.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- 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.
- 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.
- Discutir las demostraciones del teorema del número primo según métodos utilizados para desarrollarlas.
- Desarrollar la teoría de los caracteres de Dirichlet para tratar el problema de los primos en progresiones aritméticas.
- Analizar las propiedades generales de las series de Dirichlet y la versión analítica del Teorema Dundamental de la Aritmética.
- Proporcionar una demostración analítica del Teorema del Número primo basada en las propiedades de la función zeta de Riemann.

Contenidos: Unidades Mínimas:

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

Libro de Texto:

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

19.2 Análisis

En esta sección se describen los cursos de Análisis II, Análisis Funcional, Ecuaciones Diferenciales Parciales y Análisis Complejo.

19.2.1 Análisis II

Antecedentes: Esta materia es en realidad el desarrollo de la "Teoría de la Medida o de Integración" como primer curso en la Carrera de Licenciatura en Matemática, en donde se considera desde sus elementos básicos hasta la formal definición de la integral en medida y para esto el estudiante deberá haber alcanzado una suficiente madurez en su razonamiento abstracto y tener una base de conocimientos de análisis.

Objetivos: Los objetivos de la materia son los siguientes:

- Conocer la noción abstracta de o-álgebra de un conjunto (Espacios medibles), como familia de consjuntos medibles y las funciones medibles definidas sobre estas, entre ellas estan las funciones simples.
- Definir una medida sobre espacios medibles, de lo cual se tiene espacios de medida (entre estas, espacios de probabilidades).
- Definir la integral de una función medible respecto a una medida empezando desde la definición para funciones simples pasando por funciones medibles no negativas con la utilización de noción de supremo y finalmente con la noción de las parte positiva y negativa respectivamente, considerar también entre los otros teoremas importantes el Lema de Faton y el Teorema de Convergencia Monótona.
- Con lo anterior, se considera diversos tópicos como ser: los espacios de Lebesgue L_p (Teorema de convergencia Dominada de Lebesgue), los diferentes modos de convergencia de sucesiones de funciones medibles y sus relaciones o implicaciones, la descomposición de medida, generación de medidas y producto de medida (Teorema de Fubini).

Contenido Mínimo:

1. Introducción
2. Funciones medibles
3. Medidas
4. La integral
5. Funciones Integrables
6. Los espacios de Lebesgue L_p
7. Modos de convergencia
8. Descomposición de medida
9. Generación de Medida
10. Producto de medida

Libros de Texto:

1. *The Elements of Integration*, R.G. Bartle.
2. *Análisis real y complejo*, W. Rudin, McGraw Hill.
3. *General Theory of funtions and Integration*, Angus E. Taylor.

19.2.2 Análisis Funcional I

Objetivos: Esta materia de Análisis Funcional tiene por objeto el de extender y fundamentar las nociones estudiadas en Algebra Lineal elemental por lo general a espacios de dimensión infinita, además considerando las nociones topológicas que surgen de la existencia de una norma, dando lugar a una métrica y al análisis envuelto en situaciones de operadores entre estos espacios (espacios de Banach, Eucludianos y de Hilbert) resaltando entre ellas las funcionales y la Teoría Espctral.

Contenido Mínimo:

1. Espacios vectoriales normados
2. Funcionales (Duales y biduales)
3. Espacios de Banach
4. Operadores lineales
5. Espacios Euclidianos y de Hilbert
6. Operadores adjuntos y auto-adjuntos
7. Teoría Espectral

Libros de Texto:

1. *Elementos de la teoría de funciones y del Análisis Funcional*, Kolmogorov-Fomin, MIR.
2. *Análisis Real y Complejo*, W. Rudin, McGraw-Hill.
3. *Elements of Funtional Analysis*, Liusternik-Sovolev, F. Ungar Pupblishing Co. N. Y.
4. *Problemas y Ejercicios del Análisis Funcional*, Trenoguin Pisarievski Sovoleva, MIR.
5. *Introducción a los espacios de Hilbert*, José Nieto, Monografías de la OEA No. 19.
6. *First Course in Funtional Analysis*, Goffman Pedrick.
7. *Introduction to Hilbert Spaces*, S.Berberian.
8. *Theory of Linear Operators in Hilbert Spaces*, N.I. Akhierzer. Vol. I Frederick Ungar Publisshing Co.
9. *Spectral Theory*, Lorch, Oxford University Press NY 1962.

19.2.3 Análisis Funcional II

Prerequisitos: Conocimiento básico de T. de la medida, t. Elemental de espacios de Banach y espacios de Hilbert.

Objetivos: Estudiar temas y teoremas centrales del análisis, con la visión univicante del análisis funcional.

Contenido Mínimo:

1. Espacios vectoriales topológicos y operadores
2. Convexidad y teoremas
3. Operadores compactos
4. Teoría espectral general
5. Transformada de fourier y teoremas de inclusión de Sovolev
6. Distribuciones y operadores elípticos

Libros de referencia:

1. R. J. Zimmer, *Essential Results of Funtional Analysis*, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1990.
2. A. Taylor, *Introduction to Duntional Anlysis*.

19.2.4 Análisis Complejo II

Objetivos: Estudio de funciones en el plano extendido. Funciones conformes, transformaciones de Mobius. El teorema de la función conforme de Riemann. El teorema de Carathéodory-Osgood. El teorema de Mittag-Leffler y la función ... de Weierstrass. Productos infinitos y el teorema de Weierstrass. Continuación analítica. Introducción alas superficies de Riemann. Aplicaciones a la física-matemática: Concucción de calor, electrostática e hidrodinámica. Transformada de Laplace, funciones de Bessel.

Contenido Mínimo:

1. Teoría de funciones en el plano extendido
2. Funciones conformes. Transformaciones de Móbius
3. Teorema de Riemann de la función conforme
4. Aplicaciones a conducción de calor, electrostática e hidrodinámica.
5. Teorema de Carathéodory-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

Libros de Texto:

1. B. P. Palka, *An Introduction to Complex Funtion Theory*. Springer-Verlag, 1991
2. J. E. Marsden, *Basic Complex Análisis*. W. H. Freeman an Co., 1973.
3. S.G. Krantz, *Complex Analysis: The Geometric Viewpoint*, Mathematical Association of America, 1990.
4. L.V. Ahlfors, *Complex Analysis*, McGraw-Hill, 1966.
5. R. Remmert, *Theory of complex Funtions*. Springer-Verlag, 1991
6. O. Foster, *Lectures on Riemann Surfaces*, Springer-Verlag, 1981.
7. W.Rudin, *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill, 1963.
8. C.A. Berenstein y R. Gay, *Complex Variables*, Springer-Verlag, 1991.

19.2.5 Superficies de Riemann

Objetivos: Introducción al estudio de las superficies de Riemann con énfasis en las superficies compactas. Topología de las superficies de Riemann Formas diferenciales en superficies de Riemann: formas analíticas y armónicas. Funciones meromorfas. El teorema de Riemann-Roch, el teorema de Abel y el teorema de inversión de Jacobi. Sus aplicaciones. Superficies hiperelípticas. Uniformización de superficies de Riemann arbitrarias. Riemannian metrics.

Contenidos Mínimos:

1. Definición de superficie de Riemann y ejemplos.
2. Topología de las superficies de Riemann.
3. Formas diferenciales y fórmulas de integración.
4. El espacio de Hilbert de las formas de cuadrado integrable
5. Diferenciales armónicas
6. Funciones meromorfas y diferenciales
7. Diferenciales armónicas y analíticas en superficies compactas
8. Divisores y el teorema de Riemann-Roch. Aplicaciones
9. El teorema de abel y el problema de inversión de Jacobi
10. Superficies de Riemann hiperlípticas
11. Funciones multivaluadas
12. Funciones subarmónicas y el método de Perron
13. Clasificación de superficies de Riemann
14. Uniformización de superficies de Riemann arbitrarias
15. Métricas riemannianas
16. El teorema de Riemann-Roch enfoque usado uniformización

Libros de Texto:

1. H. M. Farkas e I. Kra. *Riemann Surfaces*, 2a ed. Springer-Verlag, 1992.
2. O. Forster, *Lectures on Riemann Surfaces*. Springer-Verlag. 1981.

19.2.6 Funciones Homolomorfas de Varias Variables

Objetivos: Caracterizaciones de funciones holomorfas. Propiedades de convergencia de seires de potencias. Funciones holomorfas y variedades complejas. El operador $\overline{\partial}$. Dominios de Riemann de holomorfía. Teoría local: Anillos locales de funciones holomorfas. polinomios de Weierstrass. Subvariedades holomorfas de un abierto del espacio complejo $\mathbb{C}^n$. Descripción local en términos de ideales en el anillo de funciones holomorfas locales. Funciones holomorfas entre variedades holomorfas. Estructura local de las variedades holomorfas. Forma analítica de teorema de los ceros de hilbert. El teorema de Oka.

Contenido Mínimo:

1. Propiedades elementales de las funciones holomorfas
2. Propiedades de convergencia de las series de potencias
3. Funciones holomorfas y variedades complejas
4. Extensión holomorfa. El operador $\overline{\partial}$. Aproximación polinomial
5. Dominios de holomorfía y convexidad holomorfa
6. Envolventes de holomorfía y dominios de Riemann de holomorfía

7. Anillos locales de funciones holomorfas
8. Variedades holomorfas y subvariedades
9. Recubrimientos holomorfos finítamente ramificados
10. Parametrización local de variedades holomorfas. Aplicaciones
11. El teorema de Oka. Dimensión
12. Funciones holomorfas en variedades holomorfas

Libros de Texto:

1. R. C.Gunning, *Introduction, to holomorphic Funtions of Several Variables*, Vol. I: Funtion Theory. Wadsworth & Brooks/Cole, 1990.
2. R.C.Gunning, *Introduction to Holomorphic Funtions of Several Variables*, Vol. II: Local Theory. Wadsworth & Brooks/Cole, 1990.
3. R.C.Gunning, *Introduction to Holomorphic Funtions of Several Variables*, Vol. III: Homological Theory. Wadsworth & Brooks/Cole, 1990.

19.2.7 Variedades Complejas

Ver la sección de Geometría 19.3

19.2.8 Eccuaciones Diferenciales Parciales

Objetivos: Proveer al estudiante las técnicas necesarias para la formulación y solución de problemas que involucran Ecuaciones Diferenciales Parciales tanto en matemáticas como en otras ramas teóricas o aplicadas, e.g. Física o Ingeniería. Estudiar las ecuaciones de Laplace, Calor y Onda.

Contenido Mínimo:

1. Curvas y superficies integrales de campos vectoriales
2. Operadores lineales y ecuaciones lieneales
3. Teoría y aplicaciones de ecuaciones lineales y cuasilineales de primer orden
4. Ecuaciones lineales con coeficientes en dos variables
5. Soluciones de Series: El teorema de Cauchy-Kovalevsky
6. Ecuaciones de Matemáticas y Física (fivergencia, calor, onda, Laplace)
7. La ecuación de calor y ecuaciones relacionadas
8. El método de expanciones por eigenfunciones
9. Fórmula de Green
10. Problemas de Sturm-Liouville
11. Solución de problemas inhomogeneos
12. Series de Fourier. Teoremas de convergencia para expanciones por eigengunciones más generales
13. El Teorema de Parseval y convergencia media-cuadrada
14. Existencia, unicidad y representación de soluciones

15. La ecuación de onda y ecuaciones relacionadas
16. Problemas en intervalos infinitos y semi-infinitos
17. Problemas de valores iniciales-frontera con dos o más variables especiales
18. La ecuación de Laplace y ecuaciones relacionadas
19. Problemas especiales involucrando funciones de Bessel

Libros de Texto:

1. E. C. Zachamanoglou y D.W. Thoe, *Introduction to Partial Diferential Equation with Aplicationes*, Williams & Wilkins Co. 1976.
2. P. W. Berg and J.L. McGregor, *Elementary Partial Differential Equations*, Holden-Day, 1966
3. Garabedian, *Partial Differential Equations*, Wiley, 1964.
4. Sobolev, *Partial Differential Equations of Mathematical Physics*, Addison Wesley, 1964
5. L. Elsgolotz, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Cálculo Variacional*, Ed. MIR, 1969.

19.3 Geometría

En esta sección se incluyen los curso de Geometría Diferencial, Topología Topología Diferencial y temas afines.

19.3.1 Geometría Diferencial

Objetivos: Introcucción a los conceptos fundamentales de la geometría diferencial: derivada covariante, transporte paralelo, curvatura, métricas riemannianas, geodésicas, mapeo exponencial, superficies de área mínima, isometrías. Primero en el contexto de hipersuperficiesen el espacio euclideano. Introducción a las variedades diferenciales. Teorema Egregio de Gauss. Teorema de Gauss-Bonnet. Teorema de Hilbert. Uso del paquete MATHEMATICA para estudiar la geometría de las variedades.

Contenido Mínimo:

1. Hipersuperficies en el espacio euclideano
2. Campos vectoriales y orientación
3. La función de Gauss
4. Geodésicas y transporte paralelo
5. La función de Weingarten y curvatura
6. Puntos focales
7. Superficies minimales
8. Función exponencial
9. Teorema de Gauss-Bonnet. Teorema de hilbert
10. Geometría intrínseca de hipersuperficies. Teorema Egregio de Gauss
11. Introducción a las variedades diferenciales
12. Métricas riemannianas. Conexión de Levi-Civita

Libros de Referencia:

1. J.A. Thope, *Elementary Topics in Differential Geometry*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, 1976.
2. L.A. Cordero, M. *Fernández y A. Gray, Curvas y Superficies*. Manuscrito, 1993.
3. M. Do Carmo, *Differential Geometry of Cuves and Surfaces*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 1976.
4. B. O Neill, *Geometría Diferencial Elemental*.
5. B. O Neill, *Semi-Riemannian Geometry*, Academic Press, 1983.
6. V. Guillemin y A. Pollack, *Differential Topology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 1974

19.3.2 Topolgía I

Prerrequisitos naturales: Conocimientos fundamentales de análisis (función continua, uniformemente continua, Topología $\mathbb{R}^n$, Heine-Borel, Bolzano Wierstrass, conceptos básicos de los espacios métricos).

Objetivo General: El objetivo principal es facilitar a los estudiantes una introducción a la topología general, que adapte a las necesidades y fines generales del estudio matemático. Es decir no considera la topología general como una ciencia aislada y autosuficiente, más bien considerarla como una teoría que contiene herramentas de trabajo para la solución de problemas más concretos.

Objetivos específicos: Que los estudiantes adquieran conocimientos de las nociones fundamentales, teoremas y métodos útiles de la topología general. Además ejercitarles en el empleo de esta teoría, por medio de ejercicios que exigen un esfuerzo creativo del alumno.

Que el estudiante pueda establecer una manera general las interrelaciones de la topología con otras teorías matemáticas.

Que el alumno pueda notar la componente topológica en problemas concretos y pueda utilizar los métodos de la topología para su tratamiento.

Metodología: Siguiendo la metodología del plan de estudios del nuevo disiño curricular no sigue estrictamente el método deductivo según el cual se avanza en linea recta de lo abstracto a lo concreto. Por el contrario, en muchas partes del programa sobre todo en la primera parte se ha tomado el camino al reves: a base de problemas más concretos se desarrolla el concepto genral. Suponiendo esta metodología, por ejemplo el primer capítulo de espacios métricos sirve para que el lector comprenda que los tres axiomas topológicos son el resultado de un largo proceso de abstracción y de trabajo científico. Considerando que en asignaturas anteriores de análisis se a hecho el tratamiento de espacios métricos este capítulo podria omitirse o bien considerarlo como un repaso.

Detalle general del contenido: El capítulo 2 tiene un caracter más sistemático. Introduce la categoría de los espacios topológicos y describe el método de construir topologías concretas por medio de bases o subbases.

En los capítulos 3 y 4 se parte de problemas de convergencia que se tratan de los estudios topológicos del análisis elemental, para llegar a las nociones de conjuntos abiertos y cerrados, puntos de acumulación, etc. El filtro, se introduce mediante las suceciones de Moore-Smith con las cuales se generaliza el concepto de secesión y la probabilidad de caracterizar la unidad del límite.

El capítulo 5 trata de manera sistemática el problema de construir espacios topológicos concretos. La construcción de subespacios y de espacios producto conducen al método general de definir una topología por medio de aplicaciones. Luego se tratan las propiedades abstractas de las topologías iniciales y finales, para luego estudiar los espacios cocientes y los espacios suma.

El capítulo 6 de una primera introducción de los métodos de la topología algebraica. Además se acentúa aqui el aspecto geométrico de la topología.

El capítulo 7 trata de dos aspectos: las propidades de los espacios topológicos definidos por los axiomas de separación la construcción de las funciones contínuas sobre un espacio normal. Como un acapite adicional se puede mostrar como las particiones de la unidad se utilizan en: topología diferencial (relacionar cuestiones locales con globales).

El capítulo 8 estudia la clase de los espacios compactos que son de gran importancia en el análisis y el análisis funcional. Se trata también de la caracterización de espacios métricos compactos y la compactificación de Alexandroff.

El capítulo 9 trata sobre la solución general del problema de metrizabilidad.

El capítulo 10 introduce una nueva categoría fundamental, la categoría de los espacios uniformes que permite un tratamiento axiomático de conceptos como sucesión de Cauchy y continuidad uniformes.

Finalmente en el capítulo 11 se estudia de manera sistemática diversas topologías sobre espacios de funciones cada vez más concretos.

Programa Analítico:

1. Espacios Métricos
2. La categoria de los espacios topológicos
3. Vecindades y filtros
4. Conjuntos abiertos y cerrados
5. Topologías iniciales y finales
6. Conexion y Homotopía

Libros de Texto:

1. *Topología General*, Diederich Hinrichsen y José L. Ferandez, Urmo, S.A. de Ediciones.
2. *Topology*, James Dugundji, Allyn y Bacon.
3. *Topología*, John G. Hocking, Reverté.

19.3.3 Topología II

Programa Analítico:

1. Axioma de separación
2. Compacidad
3. Parametrización y metrizabilidad
4. Espacios uniformes y espacios métricos completos
5. Espacios Funcionales

Libros de Texto:

1. *Topología General*, Diederich Hinrehsen y José L. Fernandez, Urmo, S.A. de Ediciones.
2. *Topology*, James Dugundji, Allyn and Bacom.
3. *Topología*, John G. Hocking, Reverté.
4. *Topología* (tomo I), M. Garcia Marrero E. Outerelo, Alhambra.
5. *Topología* (tomo II), E. Outerelo J.L. Pinilla Ferrano, Alhambra
6. *Topología General*, John L. Kelley, Eudeba Manuelea.

19.3.4 Toplogía Algebraica

Objetivo general: Adquirir una metodología sistemática: del cálculo del grupo fundamental de espacios topológicos y de superficies (entendiendose pro superficies; aquellas variedades 2-dimencionales convexas y compactas que se obtienen por suma convexa de superficies concretas tales como: esfera, toro, plano proyectivo) mediante la aplicación del teorema de Seifert-Van Kampen. Además establecer las realciones entre grupos fundamentales y espacios topológicos, es decir; morfismos y aplicaciones continuas. Estudio de los grupos de homotopía de ordean superior y la suscesión exacta de una haz fibrado. Teorema de Hurewicz. Introducción a las teorías de homología y cohomoligía de espacios topológicos.

Objetivos específicos: Que los estudiantes adquieran conocimiento sobre superficies concretas tales como la esfera, el toro, el plano proyectivo y obtener otras superficies por un proceso de suma conexa (teorema de clasificación de superficies).

Estudiar propiedades de los espacios arco-conexos. Además estudiar curva y polígono de Jordan.

Introducir relaciones de equivalencia en el conjunto de aplicaciones continuas entre dos espacios topológicos y de manera particular en los caminos de un espacio (Homotopía).

Establecer: la estructura de grupo (Grupo Fundamental) en el conjunto de clases de equivalencia de caminos cerrados con punto base un elemento x que pertenece al espacio, las relaciones entre grupos fundamentales y los morfismos inducidos por aplicaciones continuas.

Caracterizar el Grupo fundamental de la circunferencia S^1 como isomorfo a los enteros y de sus aplicaciones en: el Teorema Fundamental del Algebra y de un teorema análogo al Teorema del punto fijo.

El estudio de espacios recubridores y ampliación recubridora. Además la relación exitente entre los grupos fundamentales del espacio dado, del espacio recubridor y la aplicación recubridora.

Establecer la relación existente entre la acción de un grupo G sobre el espacio X y el Grupo Fundamental del espacio de orbitas X/G.

Aplicar el Teorema de Seifert-Van Kampen para calcular grupos fundamentales.

Estudiar grupos de homotopía de orden superior y su sucesión exacta en el contexto de haces fibrados.

Introducción a las teorías de homología y chomología de los espacios topológicos. El teorema de Hurwicz

Programa Analítico:

1. Los problemas del pastel
2. Variedades y superficies
3. Caminos y espacios Arco-conxos el Teorema de la curva de Jordan.
4. Homotopías de aplicaciones continuas
5. Grupo Fundamental
6. Espacios recubridores
7. El grupo fundamental de un espacio recubridor
8. El grupo fundamental de un espacio de órbitas
9. Los teoremas de Borsuk-Ulam y del bocadillo de jamón
10. Más sobre espacios recubridores: Teoremas de elevación
11. Más sobre espacios recubridores: Teoremas de existencia
12. El teorema de Seifert-Van Kampen: I. Generadores
13. El teorema de Seifert-Van Kampen: II. Relaciones
14. El teorema de Seifert-Van Kampen: III. Cálculos
15. El grupo fundamental de una superficie

16. Grupos de homotopía de orden superior
17. Haces fibrados y sucesiones exactas de grupos de homotopía
18. Homología simlicial
19. Teorías de Cohomología. Teorema de Hurwicz

Libros de Texto:

1. *Topología Algebraica*, CZS Kosmiowski, Reverté.
2. *Introducción a la Topología Algebraica*, William S. Massey, Reverté
3. *Topología*, John G. Hocking, Reverté.
4. M. Greenberg, *Lectures on Algebraic Topology*. Benjamin, New York, 1967.

19.3.5 Variedades Diferenciables

Objetivos: Desarrollar el cálculo diferencial e integral en un contexto global. Teoremas de la función inversa y de la función implícita. Introducción a transversalidad y estabilidad. Introducción a las variedades cubrientes y el grupo fundamental. Teoremas de Sard y de inmersión de Whitney. Grupos de un parámetro generados por campos vectoriales. Teorema de integrabilidad de Frobenius. Tensores y formas diferenciales. Derivadas de Lie. Orientación. Integración en variedades, Introducción a la Cohomología de De Rham.

Contenido Mínimo:

1. Subvariedades de Rn . Variedades diferenciables
2. Haces tangente y cotangente
3. Teorema de la función inversa
4. Inmersiones y submersiones. Encajes. Transversalidad
5. Homotopía y estabilidad
6. Variedades cubrientes y grupo fundamental.
7. Grupos discontinuos propios
8. Teorema de Sard y funciones de Morse
9. Teorema de inmersión de Whitney
10. Campos vectoriales y flujos
11. Tensores y formas diferenciales
12. Integración en variedades
13. Introducción a la cohomología de Rham

Libros de Referencia:

1. F.W. Warner, *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Springer-Verlag, 1983.
2. V. Guillemin y A. Pollack, *Differential Topology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 1974.
3. L.H. Loomis y S. Sternberg, *Advanced Calculus*. Addison-Wesley,1968.
4. M.W. Hirsch, *Differential Topology*, Springer-Verlag, 1976.
5. B. O Neill, *Semi-Riemannian Geometry*. Academic Press, 1983.
6. S. Lang, *Introduction to Differentiable Manifolds*. Interscience, 1962

19.3.6 Topología Diferencial

Objetivos: Introducción a los conceptos básicos de la topología diferencia: transversalidad, teoría de intersección, grado de una función, índice de campos vectoriales, características de Euler. Teoremas de Morse-Sard, Jordan-Brouwer, Borsuk-Ulam, Poincaré-Hopf, Gauss-Bonnet. Introducción al estuido de haces vectoriales y vecindades tubulares.

Contenido Mínimo:

1. Teorma de Morse-Sard
2. Transversalidad
3. Variedades con frontera
4. Clasificación de variedades de dimensión uno
5. Teoría de Intersección módulo 2
6. Indice y el teorema de separación módulo 2
7. El teorema de Borsuk-Ulam
8. Numero de intersección orientado
9. Teoría de punto fijo de Lefschetz
10. Campos vectoriales y el teorema de Poincaré-Hopf
11. El teorema del grado de Hopf
12. Característica de Euler y triangulaciones
13. El teorema de Gauss-Bonnet
14. Haces vectoriales
15. Construcciones con haces vectoriales
16. Clasificación de haces vectoriales
17. Haces vectoriales orientados
18. Vecindades tubulares

Libros de Referencia:

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

19.3.7 Cohomología de Variedades

Objetivos: Introducción a la topología algebraica de las variedades diferenciables. Teoría de gavillas, teorías de cohomología clásicas; su equivalencia. El teorema de Rham. Dualidad de Poincare. Haces vectoriales y reducción del grupo de estructura. El isomorfismo de Thom.

Contenido Mínimo:

1. Gavillas y pregavillas. Complejos de cocadenas
2. Cohomología axiomática de gavillas
3. Teorías de cohomología clásica
4. El principio de Mayer-Vitoris generalizado. Aplicaciones
5. El teorema de Rham. Estructura multiplicativa. Soportes
6. Haces de esferas, Clase de Euler.
7. Número de Euler y singularidades aisladas de una sección
8. Clase de Euler y el teorema del índice de Hopf
9. El isomorfismo de Thom y dualidad de Poincaré
10. Clases de Chern de un haz fibrado vectorial
11. El principio de separación y variedades de vanderas
12. Clases de Pontryagin. Haces universales

Libros de Texto:

1. R.Bott y L.W. Tu. *Differential Formas in Algebraic Topology* -Springer-Verlag, 1982.
2. F.W. Warner, *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Springer-Verlag, 1983.
3. R.O. Wells, Jr. *Differential Analysis on complex Manifolds*. Springer-Verlag, 1980.
4. V. Guillemin y A. Pollack, *Differential Topology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 1974.
5. M.W. Hirsch, *Differential Topology*. Springer-Verlag, 1976.
6. J.W. Milnor y J.D. Stasheff, *Characteristic Classes*. Anals of Math. Studies, No. 76 Princeton Univ. Press, 1974.
7. D. Husemoller, *Fibre Bundles*. 2a ed. Springer-Verlag, 1975.

19.3.8 Geometría Semi-Riemanniana

Objetivos: Introducción a los conceptos básicos de la geometría semiriemanniana: isometrias, conexión de Levi-Civta, transporte paralelo, geodésicas y la función exponencial. Curvatura. Geometría de las subvariedades semiriemannianas. El lema de Gauss. Distancia y completes riemannianas. Campos de Jacobi. Espacios simétricos y de curvatura constante.

Contenido Mínimo:

1. Variedades semieriemannianas. Isometrias, La conexión de Levi-Civita.
2. Transporte paralelo. Cegodésicas. La función exponencial
3. Curvatura. Curvatura seccional, escalar y Ricci.
4. Subvariedades. Haces tangente y normal. Conexión inducida
5. Geodésicas en subvariedades. Subvariedades totalmente geodésicas
6. Hipersuperficies semiriemannianas. Hipercuádricas.

7. La ecuación de Codazzi. La conexión normal. Inmersiones isométricas
8. El lema de Gauss. Conjuntos convexos
9. Longitud de arco. Distancia y completes riemannianas
10. Causalidad, conos de tiempo, Geometría local de Lorentz
11. Geodésicas en hipercuádricas y en superficies
12. Campos de Jacobi. Fuerzas
13. Espacios simétricos y simplemente conexos de curvatura constante

Libros de Texto:

1. B. O Neill, *Semi-Riemanian Geometry*. Academic Press, 1983.
2. S. Kobayashi y K. Nomizu, *Foundations of Differential Geometry*, Volumnenes I y II. Wiley (Intersciences), New York, 1963 y 1969.
3. S. Helgason, *Differential Geometry, Lie Groups and Symmetric Spaces*. Academic Press, 1978.
4. J. Milnor, *Morse Theory*. Annals of Math. Studies Vol.51, Princeton Univ. Press, 1963.
5. L.A. Cordero. M. Fernández y A. Gray, *Curvas y Superficies*. Manuscrito, 1993.
6. J. Cheeger y D. G. Ebin, *Comparison Theorems in Riemannian Geometry*. North Holland, 1975.

19.3.9 Tópicos de Geometría Semiriemanniana

Objetivos: (i) Introducción a temas centrales de la geometría semiriemanniana: isometrías, cálculo variacional, espacios homogeneos y espacios simétricos. (ii) Selección de temas avanzados de interés al estudiante. La siguiente es una lista mínima:

- Teorema de Toponogov
- Geodésicas cerradas y el lugar de los puntos de corte
- El teorema de la esfera diferenciable
- Variedades compactas de curvatura no positiva
- Grupos de holonomía y el teorema de Ambrose-Singer
- Espacio tiempo de Robertson-Walker y aplicaciones
- El teorema de singularidad de Hawking
- Conexiones en haces vectoriales
- Teoría de Morse
- Los teoremas de la esfera sus generalizaciones
- Variedades completas de curvatura no negativa
- Submersiones riemannianas
- Geometría de Minkowski y aplicaciones
- Geometría de Schwarzschild y aplicaciones
- El teorema de singularidad de Penrose
- Teoría de Mang-Mills

Contenido Mínimo:

1. Grupos de isometrías. Grupos semiortogonales, Formas espaciales
2. Orientabilidad de tiempo y de espacio
3. Campos vectoriales de Killing y el álgebra de Lie i(M)
4. $I(M)$ como grupo de Lie. Espacios riemannianos homogeneos

5. Primera y segunda variación. La forma del índice
6. Puntos conjugados. Máximos y mínimos locales
7. Consecuencias globales .
8. El caso de una variedad como extremo. Puntos focales. Aplicaciones
9. Variaciones de la energía. Puntos focales y geodésicas nulas.
10. Un teorema de causalidad
11. Métricas biinvariantes en grupos de Lie
12. Espacios homogeneos reductivos
13. Espacios simétricos. Espacios siméticos riemannianos. Dualidad
14. Introducción a la geometría compleja
15. Selección de temas de la parte (ii) del párrafo de objetivos

Libros de Texto:

1. B. O Neill, *Semi-Riemannian Geometry*. Academic Press, 1983.
2. S. Kobayashi y K. Nomizu, *Foundations of Differential Geometry*, Volúmenes I y II, Wiley (Intersciences), New York, 1963 y 1969.
3. S.Helgason, *Differential Geometry. Lie Groups and Symmetric Spaces*. Academic Press, 1978.
4. J.Milnor, *Morse Theory*. Annals of Math. Studies Vol. 51, Princeton Univ. Press, 1963.
5. J.Cheeger y D. G. Ebin, *Comparison Theorems in Riemannian Geometry*. North Holland, 1975.
6. A.L. Besse, *Einstein Manifolds*. Springer-Verlag, 1987.
7. T.Eguchi, P.B. Gilkey y A. J. Hanson, *Gravitation, Gauge Theories and Differential Geometry*. Physics Reports 66, No. 6 (1980), 213-393.
8. D. S. Freed y K.K. Uhelenbeck, *Instantons and Four-Manifolds*. 2a ed. Springer-Verlag, 1991.

19.3.10 Introducción a la Geometría Relativista

Objetivos: Introducción a la teoría de relatividad tanto especial como general via la geometría semiriemanniana. Se estudiará la geometría del espacio de Minkowski. Los modelos cosmológicos de Roberstson Walker y Friedman. La geometría de Schawrzschild. Los hoyos negros. Causalidad en varidadesde Lorentz. Los teoremas de singularidades de hawking y de Penrose.

Contenido Mínimo:

1. Espacio tiempo de Newton
2. Relatividad especial. Espacio tiempo de Minkowski
3. Geometría de minkowski
4. Efectos relativistas. Contracción de Lorentz-Fitzgerald
5. Geometría de productos entrelazados
6. Submersiones semiriemannianas

7. Relatividad general; cosmología
8. Ecuaciones de Einstein
9. Cosmología de Roertson-Walker
10. Geometría de Schwarzschild
11. Causalidad en variedades de Lorentz
12. Teorema de singularidad de Hawking
13. Teorema de singularidad de Penrose

Libros de Texto:

1. B. O Neill, *Semi-Riemannian Geometry*. Academic Press, 1983.
2. A.L. Beese, *Eistein Manifolds*. Springer-Verlag, 1987.
3. T. Eguchi. P.B. Gilkey y A. J. Hanson, *Gravitation, Gauge Theories and Differential Geometry*. Physics Reports 66, No. 6 (1980). 213-393.
4. D.S. Freed y K.k. Uhlenbedk, *Instantons and Four-Manifolds*. 2a ed. Springer-Verlag, 1991.

Se cubrirá el contenido de los capítulos 6.7. (parte), 12, 13 y 14 del libro de O Neill.

19.3.11 Variedades Complejas

Objetivos: Introducción a la geometría y el análisis de las variedades complejas con énfasis en las variedades compactas. Variedades casi complejas y condiciones de integrabilidad. Teoría de gavillas y cohomología. Geometría hermitiana y kahleriana de haces vectoriales complejos. Clases de Chern. El teorema de descomposición de Hodge en una varidad compacta de Kahler. Varidades de Hodge.

Contenido Mínimo:

1. Estructuras complejas y hermitianas en un espacio vectorial
2. Variedades casicomplejas; condiciones de integrabilidad
3. Gavillas y cohomología
4. Haces vectoriales complejos. Conexiones
5. Haces vectoriales holomorfos y haces lineales
6. Geometría hermitiana y geometría Kahleriana
7. Clases de Chern de un haz vectorial diferenciable
8. La variedad de Grassmann. Curvas en la variedad de Grassmann
9. Algebra exterior hermitianaen un espacio vectorial hermitiano
10. Teoría armónica en varidades compactas
11. Representaciones de $\mathcal{SL}(2, \mathbb{C})$ en un álgebra exterior hermitiana
12. Operadores diferenciales en una variedad kahleriana
13. El teorema de descomposición de Hodge en una varidad compacta de Kahler. Variedades de Hodge

Libros de Texto:

1. S. S. Chern, *Complex Manifolds without Potential Theory*. Springer-Verlag, 1979.
2. R.O. Wells, Jr. *Differential Analysis on Complex Manifolds*. Springer-Verlag, 1980.
3. S.Kobayashi y K. Nomizu, *Foundations of Differential Geometry*, Volúmenes I y II. Wiley (Intersciences), New York, 1963 y 1969.
4. A.L. Besse, *Einstein Manifolds*. Springer-Verlag. 1987.
5. S. Helgason, *Differential Geometry, Lie Groups and Symmetric Spaces*. Academic Press, 1978.

19.3.12 Fundamentos de Grupos de Lie

Objetivos: Introducción a las nociones básicas de los grupos de Lie y sus álgebras de Lie: Función exponencial, homomorfismos continuos, subgrupos cerrados. Espacios homogeneos. Representaciones de grupos de Lie. El teorema de Peter-Weyl y sus aplicaciones.

Contenido Mínimo:

1. Grupos de Lie. Grupos clásicos.
2. Campos vectoriales invariantes. Algebras de Lie.
3. Grupos recubridores de grupos de Lie.
4. La función exponencial.
5. Homomorfismos continuos.
6. Subgrupos cerrados de grupos de Lie.
7. La representación adjunta.
8. Integración invariante
9. Automorfismos y derivaciones de operaciones bilineales y formas.
10. Espacios homogeneos.
11. Álgebras de Clifford y grupos spin.
12. Representaciones lineales.
13. Caracteres y realciones de ortogonalidad.
14. Representaciones de Algebras de Lie.
15. Algebras de funciones representativas.
16. El teorema de Peter-Weyl.
17. Aplicaciones y generalizacines del teorema de Peter- Weyl.

Libros de Referencia:

1. F.W. Warner, *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Springer-Verlag, New York, Berlin Heidelberg, 1983.
2. T.Brocker y T. tom Dieck, *Representations of Compact Lie Groups*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1985.
3. S.Helgason, *Differential Geometry. Lie Groups and Symmetric Spaces*. Academic Press, New York, San Francisco, London, 1978.
4. N.R. Wallach, *Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces*. Marcel Dekker, New York, 1973.

19.3.13 Operadores Elípticos en Variedades

Objetivos: Introducción al circulo de ideas del teorema de Atiyah-Singer que involucra la geometría, el análisis y la topología de las variedades diferenciales. Operadores diferenciales. Operadores elípticos en variedades: el operador de Laplace-Beltrami y el operador de Dirac. Ecuaciones de calor y de onda en variedades. Geometría espectral. Indice de operadores elípticos.

Contendio Mínimo:

1. El operador de Laplace-Beltrami y el teorema de Hodge
2. Espacios de Sobolev
3. Operadores diferenciales y pseudodifererenciales
4. Operadores elípticos. Elipticidad del operador de Laplace-Beltrami
5. Algebra de Clifford y operadores de Dirac
6. Teoría de Hodge. Las ecuaciones de calor y de onda
7. Operadores de clase de trasa. Geometría espectral
8. La Fórmula de Lefschetz
9. El índice de operadores elípticos

Libros de Referencia:

1. F. W. Warner, *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Springer-Verlag, New York, Berlin Heidelberg, 1983.
2. J. Roe, *Elliptic operators, topology ans asymptotic methods*. Longman Scientific & Technical. 1989.
3. R. O. Wells, Jr. *Differential Analysis on Complex Manifolds*, Springer-Verlag. 1980.
4. T. Brocker y T. tom Dieck, *Representations of Compact Lie Groups*, Springer-Ferlag. New York, Berlin, Heidelberg, 1985.
5. S. Helgason, *Differential Geometry. Lie Groups and Symmetric Spaces*. Academic Press. New York, San Francisco, London, 1978.
6. S. Helgason. *Groups and Geometric Analysis*, Academic Press, 1984.
7. N.R. Wallach, *Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces*, Marcel Dekker, New York, 1973.

19.4 Economía Matemática

19.4.1 Análisis de Datos

Objetivos: Estudiar los fundamentos, las metodologías y sus aplicaciones del Análisis de Datos a varias variables (Análisis Multivariante).

Contendio Mínimo:

1. Aspectos de Análisis Multivariado
2. Geometría Muestral y Muestreo Aleatorio
3. La Distribución Normal Multivariada
4. Componentes Principales
5. Análisis Factorial
6. Análisis Discriminante
7. Análisis Cluster
8. Análisis de Correspondencias

Libros de Texto:

1. R. Johnson and D. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Edit. Prentice Hall, 1982.
2. T.W. Anderson, *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, Edit. John Wiley & Sons. Second Edition, 1984.
3. W. Dillon and M. Goldstein, *Multivariate Analysis¿ Methods and Applications*, Edit. John Wiley & Sons, 1984.
4. D. Morrison, *Multivariate Satatistical Methods*, Edit. McGraw-Hill, 1967.

19.4.2 Elementos de Macroeconomía

Objetivos: Introducir al estudiante en la Macroeconomía, su terminología y la presentación formal y estudio de los Modelos Macroeconómicos tradicionales.

Contenido Mínimo:

1. Introducción a la Macroeconomía:
   Producto Nacional Bruto potencial y actual. Análisis de las Cuentas del Producto e ingreso nacional. Introducción a la determinación del Ingreso: El Multiplicador.
2. Determinación del Ingreso nacional:
   El Modelo Estático de Equilibrio.- El Ingreso en la parte de la Demanda. Introducción a la Política Monetaria y Fiscal. El Producto de Equilibrio y el Nivel de Precios. El desempleo y la rigidez de los salarios. El Equilibrio en el Modelo Estático.
3. Funciones de la Demanda Sectorial y Extensiones del Modelo Básico:
   El Consumo y el Gasto del Consumidor. La Demanda de Inversión. La Demanda de Dinero. La oferta Monetaria. La Política Monetaria y Fiscal en el Modelo Expandido. El Sector Externo y la Balanza de Pagos.
4. Crecimiento con Pleno Empleo:
   Modelos de Crecimiento Agregado.- Inflación, Productividad y la Curva de Phillips. Tendencia del Crecimiento en el Modelo Estático Básico. Introducción a los Modelos de Crecimiento.

Libros de Texto:

1. W. Branson, *Teoría y Política Macroeconómica*, Edit. Fondo de Cultura Económica, 1977.
2. T. Sargent, *Macroeconomia Theory*. Edit. Academic Press Inc.,1987.
3. Dornbusch and Fischer, *Macroeconomía*, Edit McGraw Hill, Tercera Ed. 1986.

19.4.3 Metodos de Optimización en Economía

Objetivos: Estudiar tópicos de la Economía, principalmente de la Microeconomía, desde la perspectiva de optimización matemática.

Contendio Mínimo:

1. Teoria de las Economías Domésticas.
   El espacio de artículos. La relación de Preferencia. El problema neoclásico de la economía doméstica. Estática Comparada. La Preferencia Revelada. La Utilidad de Von Neumann-Morgenstern.

2. Teoría de la Empresa.
   La función de producción. Teoría Neoclásica de la Empresa. La estática comparada de la empresa. Competencia imperfecta: monopolo y monopsonio. Competencia entre unos pocos: oligopolioy oligopsonio.

3. Equilibrio General.
   El enfoque clásico: Recuento de Ecuaciones e incógnitas. Tratamiento por progrtamción lineal del insumo-producto. El enfoque neoclásico de exceso de la demanda. Estabilidad del equilibrio. El modelo de Von Neumann de una economía en expansión.

4. La economía del Bienestar.
   La geometría del problema en el caso $2 \times 2 \times 2$. Equilibrio competitivo y optimalidad de Pareto.. El fracaso del mercado. Optimalidad respecto del tiempo.

5. Cálculo de Variaciones.
   La ecuación de Euler. Condiciones necesarias. Condición de TRansversalidad. Restricciones.

6. Programación Dinámica.
   El principio de Optimalidad y la ecuación de Bellman. Programcación Dinámica y Cálculo de Variaciones. Solución por programación dinámica de los problemas de optimización de etapa multiple.

Libros de Texto: M. Intriligator, *Optimización Matematica y Teoría Económica*, Edit. Prentice/Hall Internacional, 1973.

19.4.4 Modelos Lineales en Econometría

Objetivos: Estudiar los fundamentos, las metodologías y sus aplicaciones de la teoría de regresión lineal en el campo de la econometría, tanto en su forma uniecuacional como multiecuacional.

Contenido Mínimo:

1. La naturaleza de la econometría
2. El modelo lineal de dos variables
3. Extensiones del Modelo Lineal de dos Variables
4. El Modelo Lineal de K-Variables
5. Tópicos en el Modelo Lineal de K-Variables
6. Estimadores de Máxima Verosimiltud y Distribuciones Asintóticas
7. Mínimos Cuadrados Generalizados
8. Sistemas de Ecuaciones Simultaneas
9. El Problema de Identificación
10. Métodos de Estimación de Modelos de Ecuaciones Simultaneas.

Libros de Texto:

1. J. Johnston, *Econometric Methods*, Edit. McGraw-Hill, 3a Ed. 1985.
2. P. Dhrymes, *Econometría*, Edit. AC Madrid, 1984.
3. R. Wonnacott and T. Wonnacott, *Econometría*, Edit. Aguilar, 1982.

19.4.5 Análisis de Series de Tiempo

Objetivos: Estudiar los fundamentos del Análisis de series de tiempo univariadas (Modelos ARIMA) y sus aplicaciones.

Contenido Mínimo:

1. Introducción al Análisis de series de tiempo
2. Elementos de Ecuaciones en Diferencia
3. Modelos para series de tiempo univariadas (Modelos ARIMA)
4. Construcción de modelos para series univariadas
5. Análisis de series de tiempo estacionales
6. Pronóstico con modelos ARIMA
7. Análisis de series influenciadas por intervenciones

Libros de Texto:

1. V. Guerrero, ???????? Colección CBI,1991.
2. M.G. Kendall, *Time Series*, Edit. C. Griffin & Company Limited, 1973.

19.4.6 Teoría de Juegos

Objetivos: Estudiar los fundamentos de la Teoría de Juegos.

Contenido Mínimo:

1. Definición de un juego
2. Juegos de dos personas de suma cero
3. Juegos Infinitos
4. Juegos de Multiestado
5. Teoría de Utilidad
6. Juegos de dos personas de suma general
7. Juegos de n personas
8. Conjuntos Estables
9. Indices de Potencia

Libros de Texto: G. Owen, *Game Theory*, Edit. Academic Press, 2a Ed. 1982.

19.5 Seminario de Pretesis

El proceso de desarrollo del seminario de pretesis consiste en:

1. Elegir un área de estudio.
2. Elegir dentro del área un tema de tesis.
3. Diseñar un programa de temas preliminares necesarios al desarrollo de la tesis.
4. Tomar un tutor.
5. Solicitar la aprobación del H. Consejo de Carrera del Programa y el tutor de tesis.
6. Desarrollo y exposición del programa por el estudiante en la modalidad de sieminario.
7. Concluido el semestre, el tutor evaluará el avance del estudiante.

Para continuar con la tesis, el estudiante deberá aprobar este seminario.

En caso de que la evaluación no sea satisfactoria, el estudiante tendrá la opción de continuar con el mismo tema previa aprobación del H. Consejo de Carrera o en su defecto, deberá elegir un nuevo tema de tesis.