UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

***Campus* de Rio Claro**

SÍLVIO CÉSAR OTERO-GARCIA

UMA TRAJETÓRIA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE E UM ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE SEU ENSINO

VOLUME I

Rio Claro (SP)

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

***Campus* de Rio Claro**

SÍLVIO CÉSAR OTERO-GARCIA

UMA TRAJETÓRIA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE E UM ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE SEU ENSINO

VOLUME I

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Rosa Lúcia Sverzut Baroni

Rio Claro (SP)

2011

SÍLVIO CÉSAR OTERO-GARCIA

UMA TRAJETÓRIA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE E UM ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE SEU ENSINO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática

Comissão Examinadora

_____

Prof. Dr. Frederico da Silva Reis

_____

Profa. Dra. Nativi Viana Pereira Bertolo

_____

Profa. Dra. Rosa Lúcia Sverzut Baroni (Orientadora)

_____

Sílvio César Otero Garcia

Rio Claro, 14 de Janeiro de 2011.

Resultado:

_____

À minha mãe e ao meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa, como todo trabalho individual, não é, de fato, um trabalho individual. Contei com a ajuda de muitas pessoas para que esta dissertação pudesse ser concluída. Entendo essa ajuda num sentido relativamente amplo, ou seja, julgo cabível agradecer não só quem diretamente contribuiu com a pesquisa em si, mas também quem, ao me ajudar de algum modo, contribuiu indiretamente. É claro que ao tomar essa postura mais ampla, serei impelido a agradecer mais pessoas, o que pode me fazer esquecer de alguns nomes. Apesar desse risco, seguirei por tal caminho.

Agradeço ao apoio institucional do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), do Departamento de Matemática (DM), do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) e da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que financiou parte desta pesquisa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que financiou a maior parte dela.

Agradeço aos funcionários da UNESP, em especial aos da Seção Técnica Acadêmica do IGCE, e em particular a Geraldo Forti Pereira da Silva e Eliana Aparecida Jorge Gomes; aos funcionários da Universidade de São Paulo (USP), em especial aos da Seção Acadêmica da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), aos do Grupo de Apoio à Pesquisa em História (GAPH), e aos da Seção Acadêmica do Instituto de Matemática e Estatística (IME), e em particular a Lourdez Vaz da Silva Netto; sem os quais não teria conseguido realizar minha coleta de dados do curso de matemática das instituições onde atuam essas pessoas.

Agradeço a Cláudio Possani, professor do IME/USP, que me ajudou com valiosas informações sobre a localização de alguns documentos na USP.

Agradeço a Lucas Bettim, que me acolheu em sua casa em São Paulo durante boa parte do período em que eu lá realizava coleta de dados.

Agradeço a Erlon Biava Matos, Matheus Hebling, Bruno Sevciuc e a Fábio Macedo, que me ajudaram com os resumos em língua estrangeira.

Agradeço a Kleyton Godoy que me auxiliou na procura por erros de digitação na versão final desta dissertação. Agradeço ainda a Maria Clara Negri, que além disso, também mostrou especial atenção e carinho ao me escrever uma carta com algumas considerações mais gerais sobre o trabalho.

Agradeço a Lucieli M. Trivizoli, que indicou certas referências metodológicas para a parte documental deste trabalho que eu não houvera encontrado algures.

Agradeço a Luiz Roberto Rosa Silva, Frederico da Silva Reis, Rosemeire Aparecida Leal Bolognezi, Regina Guapo Pasquini, Eliene Barbosa Lima, André Luís Mattedi Dias, Marcelo Salles Batarce, Plínio Cavalcanti Moreira, Helena Noronha Cury, Carlos Roberto Vianna, Luciana Gastaldi Sardinha Souza, Regina Luzia Corio de Buriasco, Luci Haure Fatori, Roberta D' Ângela Menduni Bortoloti, Márcia Maria Fusaro Pinto, e a Geraldo Severo Ávila, que mesmo sem que soubessem, foram peças fundamentais para que a primeira parte deste trabalho pudesse existir.

Agradeço a Eliene Barbosa Lima, Marcelo de Carvalho Borba e a Regina Luzia Corio de Buriasco, que me ajudaram a encontrar alguns dos trabalhos de que precisava.

Agradeço a Rosa Lúcia Sverzut Baroni, Claudemir Murari, Miriam Godoy Penteado, Rômulo Campos Lins, Sérgio Roberto Nobre e a Ole Skovsmose, docentes do PPGEM com quem fiz disciplinas nesses dois anos de mestrado e que, de algum modo, também contribuíram com este trabalho.

Agradeço a Bruna Lammoglia, Ana Paula Purcina Baumann, Angélica Raiz, Rodrigo de Souza Bortolucci, Rodrigo Rios, Elmha Coelho, Ivone da Rocha, Luana Sampaio, Renato Marcone, Ednéia Martins Salandim, Aline Penteado, Gustavo Barbosa, Vanessa Benites, Vanessa Cintra, Tatiane Putti, Kleyton Godoy, Mariana Feiteiro Cavalari, Sílvia Aimi, Fernando de Mello Trevizani, Paula Taliari, Línlya Sachs, Henrique Rizek Elias, Adauto Cunha, Marcílio Leão, Márcia Rodrigues, e a outros colegas de disciplinas, que em algum momento me ouviram falar deste trabalho.

Agradeço a Maroni Lopes e José Roberto Júnior, alunos de Natal que visitaram o nosso programa por alguns meses e com quem bastante convivi.

Agradeço a Mariana Feiteiro Cavalari, Paula Malheiros, Bruna Lammoglia, Maroni Lopes, José Roberto Júnior, Lucieli M. Trivizoli, Vanessa Cintra, Julyette Redling, e a Rafael Montoito, companheiros de alguns congressos dos quais participei.

Agradeço a Inajara Federson de Moraes, Ana Maria de Lima Sargaço, Maria Elisa Leite de Oliveira de Moraes e a José Ricardo de Lima Guimarães, funcionários do Departamento de Matemática, que em vários momentos me auxiliaram.

Agradeço a todos os colegas e professores do Grupo de Pesquisa em História da Matemática e/ou suas Relações com a Educação Matemática (GPHM).

Agradeço a Nativi Viana Pereira Bertolo e a Frederico da Silva Reis, membros da banca, pelas contribuições que deram a este trabalho, tanto na qualificação quanto na defesa. Agradeço a eles mais uma vez pela boa vontade que mostraram ao aceitar o convite e por não terem se incomodado com as datas da qualificação e defesa, a primeira delas um pouco próxima de quando foram convidados e a segunda, logo no começo de janeiro.

Agradeço a Valdomiro Barioni Júnior e a Roseli Gavério Barioni, amigos de São Carlos, que fizeram questão de comparecer à minha defesa. Agradeço também a Ana Paula Purcina Baumann e a Kleyton Godoy, que também estiveram presentes.

Agradeço a Denise de Mattos Lourenço, orientadora do meu projeto de iniciação científica que deu origem a esta dissertação de mestrado e a Valdir Antônio Menegatto, o primeiro professor que me estimulou a fazê-lo.

Agradeço a Rosa Lúcia Sverzut Baroni, orientadora deste trabalho, que confiou na minha capacidade e me deu todas as oportunidades de realizá-lo da maneira como ele foi realizado.

Agradeço à minha mãe, Maria Inês Lopes e ao meu irmão, Luiz Otávio Otero Garcia, pelo apoio financeiro e afetivo.

Agradeço, por fim, a todos os que foram esquecidos nestes agradecimentos, e que me perdoem pela memória.

"Il est encore plus facile de juger de l'esprit d'un homme par ses questions que par ses réponses."
(Voltaire)

RESUMO

Considerando-se as modificações pelas quais os cursos de licenciatura têm sofrido, as recorrentes discussões sobre o papel que determinadas disciplinas têm na formação do futuro professor, e que esse movimento não é diferente no caso particular da matemática, o presente trabalho pretende trazer à tona alguns resultados, e principalmente questionamentos, que devem contribuir para discussões a respeito da importância da disciplina de análise na formação de professores de matemática. A nossa pesquisa está dividida em duas etapas. Na primeira delas, do tipo estado do conhecimento, fizemos um mapeamento da produção brasileira relativa ao ensino de análise em dissertações e teses, artigos em periódicos e trabalhos em anais de eventos. Fizemos uma análise quantitativa desses dados e levantamos questões críticas que emergiram das discussões apresentadas tanto por esses trabalhos quanto por indagações nossas. Concluímos que a quantidade de pesquisas em ensino de análise ainda é muito pequena, há poucos docentes universitários trabalhando com essa temática e os trabalhos estão relativamente isolados entre si. Concluímos ainda que há muitas questões sem resposta sobre a importância e relevância da disciplina de análise em cursos de formação de professores da matemática. A segunda etapa de nosso trabalho traz um panorama de como vem se estruturando o programa, de um modo geral; e os objetivos, conteúdos e bibliografia da disciplina de análise em dois cursos: o da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e o da Universidade de São Paulo (USP). O estudo foi realizado através de grades curriculares e programas de disciplinas de análise e cálculo. Nossa fonte de dados, dentro da perspectiva de uma pesquisa qualitativa, é, assim, a análise de documentos. Para a sua análise, seguimos as etapas de redução, apresentação e conclusões. Nos cursos da USP e da UNESP, não havia disciplinas específicas de análise ou de cálculo em seus primeiros anos, tendo sido essa separação efetivada após a década de setenta. Particularmente com relação aos objetivos, esses nunca tocaram a questão da formação do professor de matemática no curso da UNESP e no da USP há apenas colocações pontuais em alguns anos. A análise da bibliografia mostrou que há uma grande inércia com relação a esse ponto, referências usadas na década de cinqüenta ainda podem ser encontradas em cursos de análise hoje em dia; referências de autores brasileiros, comuns atualmente, começaram a surgir na década de setenta. Em ambos os cursos, os conteúdos trabalhados nos atuais cursos de análise, bem como a sua seqüência, foram herdados daqueles primeiros cursos que indistintamente tratavam do cálculo e da

análise e não sofreram maiores transformações ao longo dos anos. Também, uma vez estabelecidas as disciplinas específicas de análise na década de setenta, sua estrutura geral pouco se alterou, apesar das modificações políticas e filosóficas por que passaram os cursos de formação de professores de matemática nesse período de quase quarenta anos. Das duas partes conjuntamente, vimos que a segunda confirmou algumas hipóteses levantadas na primeira e que, de fato, o campo em ensino de análise ainda tem muitos pontos inexplorados, com muitas possibilidades de pesquisa.

Palavras-Chave: Educação Matemática no Ensino Superior. Ensino de Análise. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Formação Matemática do Professor. História de Processos Pedagógicos.

ABSTRACT

Considering the modifications through Brazilian licentiates in mathematics have passed and the discussions over the role some disciplines have on the future teacher's training, this work intends to bring out some results and questions that should contribute to debates about the importance of the subject of analysis in the education of mathematics teachers. Our research is divided in two steps. The first one, the type state of knowledge, we made a mapping of the Brazilian production relative to the analysis teaching on dissertations and PhD thesis, articles in scientific journals and proceedings. A quantitative analysis of these data was made and critical issues that emerged from presented debates by theses analysis as well as our investigation were raised. It was concluded that the amount of research on analysis teaching is still very small, there are few professors who work with this topic and there is not a link between them. We still concluded that there are many unanswered questions about the importance and relevance of the subject of analysis on courses of mathematics teacher education. The second step of our research adduces an aspect about how the program is generally being built, and the goals, syllabus and bibliography of the subject of analysis in two courses in Brazilian universities: São Paulo State University (UNESP) e University of São Paulo (USP). The study was conducted through curricula and programs in the courses of analysis and calculus. Our data source, in a perspective of a qualitative research, is an analysis of documents. For their analysis, we followed the steps of reduction, presentation and conclusions. In courses at USP and UNESP, there were not specific courses of analyses or calculus in their first years, being this breakup done after the seventies. About the goals, these have never touched the question of the mathematics teacher education in the course at UNESP or USP, there are only few considerations in some years. The bibliography analysis showed that there is a large inertia in respect to this point, references used in the fifties can still be found in analysis courses nowadays; currently common Brazilian authors references began to emerge in the seventies. In both courses, the syllabus worked in current courses of analysis as well as their sequence were inherited from those early courses which indistinctly treated the calculus and analysis and have not suffered bigger changes over the years. Also, once established the specific courses of analysis in the seventies, its general structure has changed a little, even though there were political and philosophical modifications which the mathematics' teacher graduation courses had been through during this almost forty-year

period. The two parts jointly, we saw that the second one confirmed some hypotheses of the first one and, in fact, the field in education of analysis in Brazil still has a lot of untapped points, with many possibilities of research.

Keywords: Mathematics Teaching in Undergraduate Courses. Analysis Teaching. Differential and Integral Calculus Teaching. Mathematics Teacher Education. Pedagogical Processes History.

RESUMEN

Considerándose las modificaciones por las cuales las licenciaturas brasileñas en Matemáticas han sufrido y las discusiones acerca del papel que poseen ciertas asignaturas en la formación del futuro profesor, el presente trabajo trata de alumbrar algunos resultados y cuestionamientos que deben contribuir hacia las discusiones con respecto a la importancia de la asignatura de análisis en la formación de profesores de Matemáticas. Nuestra investigación se halla dividida en dos etapas. En la primera, del tipo estado del conocimiento, hicimos un levantamiento de la producción brasileña relativa a la enseñanza de análisis en disertaciones y tesis de Doctorado, artículos en periódicos científicos y trabajos en anales de eventos. Hicimos un análisis cuantitativo de estos datos y levantamos cuestiones críticas que emergieron de discusiones presentadas tanto por estos trabajos como por indagaciones nuestras. Concluimos que la cantidad de investigaciones en la enseñanza de análisis es muy incipiente todavía. Hay pocos docentes universitarios trabajando con esta temática y los trabajos desarrollados están relativamente aislados entre sí. Concluimos incluso que hay muchas cuestiones sin respuesta acerca de la importancia y relevancia de la asignatura de análisis en facultades de formación de profesores de Matemáticas. La segunda etapa de nuestro trabajo presenta un panorama de cómo se está estructurando el programa, por lo general; y los objetivos, contenidos y bibliografía de la asignatura de análisis en dos facultades de universidades brasileñas: Universidad del Estado de São Paulo (UNESP) y Universidad de São Paulo (USP). El estudio fue realizado por medio de currículos y programas de asignaturas de análisis y cálculo. Nuestra fuente de datos, dentro de la perspectiva de una investigación cualitativa, es, asimismo, el análisis de documentos. Para el análisis de ellos, seguimos las etapas de reducción, presentación y conclusiones. En las facultades de USP y de UNESP no había asignaturas específicas de análisis o cálculo en sus primeros años, haciendo efectiva tal separación después de los años 70. En lo que respecta a los objetivos, estos nunca han rozado la cuestión de la formación del profesor de Matemáticas en la facultad de UNESP y en la de USP; hay sólo colocaciones puntuales en algunos años. El análisis de la bibliografía nos enseñó que hay una grande inercia relacionada a este punto, referencias usadas en los años 50 todavía pueden ser encontradas en cursos de análisis hoy día; referencias de autores brasileños, comunes actualmente, comenzaron a surgir en los años 70. En ambas las facultades, los contenidos trabajados en las actuales facultades de análisis,

así como su secuencia, fueron heredados de aquellas primeras facultades que trataban indistintamente del cálculo y análisis y no sufrieron más grandes transformaciones a lo largo de los años. También, una vez establecidas las asignaturas específicas de análisis en los años 70, su estructura general poco cambió. De las dos partes conjuntamente, observamos que la segunda confirmó algunas hipótesis suscitadas en la primera y que, de hecho, el campo en enseñanza de análisis en Brasil todavía tiene muchos puntos inexplorados, con muchas posibilidades de investigación científica.

Palabras clave: Educación. Matemáticas en la Educación Superior. Enseñanza de Análisis. Enseñanza de Cálculo Diferencial e Integral. Formación Matemática del Profesor. Historia de Procesos Pedagógicos.

RÉSUMÉ

En envisageant les changements sur lesquels les licences brésilliennes en mathématiques ont passé et des débats sur le rôle qui certains disciplines jouent à la formation du futur professeur, le présent travail veut entraîner certains résultats et questions qui doivent aider les discussions sur l'importance de la discipline d'analyse à la formation des professeurs des mathématiques. Notre recherche est divisée en deux parties. À la première, du type d'état de la conaissance, nous avons faît une cartographie de la production brésilienne en rélation au enseignement d'analyse en dissertations et thèses, articles de périodes cientifiques et dans les actes de conférence. Nous avons faît une analyse quantitative sur ces donnés et nous avons faît des questions critique qui se posaient à partir des discussions presentées tant par ces travaux quant par notre questionement. Nous avons conclu que le montant de recherche en enseignement d'analyse est encore petit, il y a peu des professeurs universitaires qui travaillent avec cette tématique et qui ces travaux sont plutot isolés entre eux. Nous avons conclu qu'il y a encore des plusieurs questions sans réponse sur l'importance et pertinance de la discipline d'analyse en cours de formations de professeurs des mathématiques. La deuxième partie de notre travail, aporte une vue sur comme le programme se structure, en générale ; et des objectifs, des contenus et la bibliographie de la discipline d'analyse en deux cours de universités brésiliennes: Université de l'État de São Paulo (UNESP) et Université de São Paulo (USP). L'étude a été mis en place à travers des curriculuns et des programmes des disciplines d'analyse et calcul. Notre resource est ainsi, dans la perspective d'une recherche qualitative, l'analyse de documents. Pour celle analyse, nous suivons les étapes de reduction, présentation et conclusion. Dans les cours de l'USP et de l'UNESP, il n'y avait pas de disciplines spécifiques d'analyse ou calcul au ses premières années, la separation a été effectué seulement après les années soixante-dix. À l'égard des objectifs, ceux-ci jamais ont abordé la question de la formation du professeur des mathématiques au cours de l'UNESP, et au cours de l'USP il y a seulement colocations pontuelles en certains années. L'analyse de la bibliographie a montré qu'il y a une grande inertie en relation sur ce point, des réferences utilisées aux années cinquante peuvent encore se trouver aux cours d'analyse aujourd'hui; des réferences d'auteurs brésiliens, générales aujourd'hui, ont commencé à émerger aux années soixante-dix. Dans les deux cours, les contenus travaillés aux actuelles cours d'analyse, ainsi bien sa sucession, ont été hérités des premières cours qui indistinctement traitaient du calcul et

de l'analyse et n'ont pas suffert majeures transformations au cour des années. Ainsi que les disciplines spécifiques d'analyse se sont établies aux années soixante-dix, sa structure générale a peu changé. Des deux parties conjointement, nous avons vu que la deuxième a confirmé certaines hypothèses émérgés à la première et qui, en fait, le champ d'enseignement d'analyse au Brésil a encore plusieurs points inexplorés, avec plusieurs possibilités de recherche.

Mots-Clés : Education des Mathématiques au Niveau Supérieur. Enseignement d'Analyse. Enseignement du Calcul Différentielle et Integrale. Formations Mathématiques du Professeur. Histoire des Processus Pédagogiques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Possíveis caminhos para a leitura do trabalho.

Figura 2 Aspecto do portal de teses da CAPES em 26/09/2010.

Figura 3 Esquema que ilustra o movimento dos capítulos da Seção 2 na direção da apresentação para as considerações finais.

Figura 4 Documento do IGCE que detalha o currículo pleno do curso de licenciatura em matemática da FFCL de Rio Claro em 1959.

Figura 5 Programa da disciplina de *Análise Matemática* para o primeiro ano de licenciatura em matemática da FFCL de Rio Claro nos anos de 1959 a 1961.

Figura 6 Programa de *Funções de Variável Complexa e Integração* (Análise Matemática) do curso de matemática da FFCL de Rio Claro em 1962.

Figura 7 Programas da disciplina de *Análise Superior* do terceiro ano do curso de matemática da FFCL de Rio Claro nos anos de 1961 e 1962 (destaque nosso).

Figura 8 Programa da disciplina de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro no ano de 1967.

Figura 9 Programa da disciplina *Funções de uma Variável Complexa e Matemática Aplicada* na FFCL de Rio Claro para o ano de 1965.

Figura 10 Programa da Disciplina de *Introdução à Topologia e à Análise Funcional* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro para o ano de 1963.

Figura 11 Programa da disciplina optativa *Análise Real* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro para o ano de 1975.

Figura 12 Programa da optativa *Tópicos de Análise*, oferecida para o curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP no ano de 1977.

Figura 13 Programa da disciplina *Análise Matemática* do curso de matemática do IGCE da UNESP para o ano de 1978.

Figura 14 Programa da disciplina *Análise Matemática* para o curso de licenciatura em matemática do IGCE/UNESP para o ano de 1982.

Figura 15 Programa da disciplina *Análise Real* do curso de licenciatura em matemática do IGCE/UNESP para o ano de 1984.

Figura 16 Parte do Guia da FFCL da USP de 1943 que detalha os programas das disciplinas de *Análise Matemática* para o curso de matemática.

Figura 17 Parte do Guia da FFCL de 1943 que detalha o programa da disciplina de *Análise Superior* para o curso de matemática.

Figura 18 Programa das disciplinas de *Análise Matemática* do curso de matemática da FFCL da USP para o ano de 1953.

Figura 19 Programa de *Cálculo Infinitesimal* para o curso de matemática da FFCL da USP no ano de 1966.

Figura 20 Programa de *Análise Superior* para o curso de matemática da FFCL da USP em 1964.

Figura 21 Programas de *Funções Analíticas* para os anos de 1972 (abaixo) e 1973 (acima) retirados dos Catálogos de Graduação do IME/USP.

Figura 22 Programas de *Introdução à Análise* para os anos de 1942 (abaixo) e 1973 (acima) retirados dos Catálogos de Graduação do IME/USP.

Figura 23 Reprodução de parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1979, onde consta o programa de *Introdução à Análise* para aquele ano.

Figura 24 Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1986, onde constam os programas de *Introdução à Análise Real* e *Introdução à Análise Complexa*.

Figura 25 Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1997, onde consta o programa de *Introdução à Análise* para aquele ano.

Figura 26 Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 2003.

Figura 27 Trajetória das disciplinas de análise do curso de matemática da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP.

Figura 28 Trajetória das principais disciplinas de análise da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP.

Figura 29 Trajetória das disciplinas de análise da FFCL da USP até o IME da USP.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Distribuição dos trabalhos mapeados por ano de publicação.

Gráfico 2 Distribuição dos trabalhos mapeados por período de quatro anos.

Gráfico 3 Distribuição, por temas, dos trabalhos do GT4 das quatro edições do SIPEM.

Gráfico 4 Distribuição dos trabalhos mapeados por veículo de publicação.

Gráfico 5 Distribuição dos trabalhos mapeados por origem.

Gráfico 6 Distribuição dos trabalhos mapeados por titulação do autor principal.

Gráfico 7 Distribuição das dissertações ou teses mapeadas por estado de origem.

Gráfico 8 Distribuição dos trabalhos mapeados por temas.

Gráfico 9 Distribuição dos trabalhos mapeados por forma de obtenção dos dados.

Gráfico 10 Palavras-chave presentes no conjunto de trabalhos mapeados.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Separação de algumas das etapas da nossa pesquisa do tipo *Estado do Conhecimento* pelos capítulos da *Seção 1*.

Quadro 2 Pesquisas resultantes do nosso processo de mapeamento e seus grupos.

Quadro 3 Distribuição dos trabalhos mapeados por ano de publicação.

Quadro 4 Distribuição dos trabalhos mapeados por período de quatro anos.

Quadro 5 Distribuição dos trabalhos de análise pelas quatro edições do SIPEM.

Quadro 6 Distribuição dos trabalhos mapeados por veículo de publicação.

Quadro 7 Distribuição dos trabalhos mapeados por origem.

Quadro 8 Distribuição dos trabalhos mapeados por titulação do autor principal.

Quadro 9 Distribuição das dissertações ou teses mapeadas por estado de origem.

Quadro 10 Distribuição dos trabalhos mapeados por temas.

Quadro 11 Distribuição dos Trabalhos Mapeados por Forma de Obtenção dos Dados.

Quadro 12 Palavras-Chave Presentes no Conjunto de Trabalhos Mapeados.

Quadro 13 Em destaque a relação dos anos para os quais foram obtidos os programas oficiais das disciplinas de Análise do curso de matemática da FFCL de Rio Claro e também do IGCE da UNESP.

Quadro 14 Em destaque a relação dos anos para os quais foram obtidos os programas oficiais das disciplinas de Análise do curso de matemática da FFCL da USP e também do IME da USP.

Quadro 15 Seriação do curso de matemática da FFCL de Rio Claro em 1954.

Quadro 16 Nomes das disciplinas de *Análise Matemática* e *Análise Superior* a partir de 1963 até 1972 na FFCL de Rio Claro.

Quadro 17 Correspondência entre algumas disciplinas do curso de matemática da FFCL de Rio Claro entre 1972 e 1975.

Quadro 18 Possível seriação do curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP para os ingressantes de 1977 a 1980.

Quadro 19 Seriação do curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP atualmente em vigor.

Quadro 20 Seriação do curso de matemática da FFCL da USP no ano de 1934.

Quadro 21 Possível seriação do curso de licenciatura em matemática da FFCL da USP em 1968.

Quadro 22 Seriação do curso de licenciatura em matemática do IME da USP em 1971.

Quadro 23 Grade curricular do curso de licenciatura em matemática do IME da USP para o ano de 2008.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOLEMA	Boletim de Educação Matemática
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior
CAPH	Centro de Apoio a Pesquisa em História
CNE	Conselho Nacional de Educação
COTUCA	Colégio Técnico de Campinas
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
ENEM	Encontro Nacional de Educação Matemática
EPUSP	Escola Politécnica da USP
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAFIL	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Santo André
FFCL	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
GEPEM	Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática
GPHM	Grupo de Pesquisa em História da Matemática e/ou suas Relações com a Educação Matemática.
IB	Instituto de Biociências
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
ICME	International Congress on Mathematical Education
IFSC	Instituto de Física de São Carlos
IGCE	Instituto de Geociências e Ciências Exatas
IME	Instituto de Matemática e Estatística
IMECC	Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
PPGEM	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
PUC	Pontifícia Universidade Católica
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SBM	Sociedade Brasileira de Matemática
SIPEM	Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática

UBa	Universidade da Bahia
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEMS	Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFRA	Centro Universitário Franciscano
UNIPAR	Universidade Paranaense

SUMÁRIO

VOLUME I

Prólogo: Uma Pesquisa em Dois Momentos 29

Introdução 29

Sobre Nossas Motivações 32

Sobre Nossos Objetivos 35

Sobre Nossos Procedimentos Metodológicos 36

Sobre a Organização deste Trabalho 36

Sobre Outras Opções Feitas 38

SEÇÃO 1

UM ESTADO DO CONHECIMENTO DO ENSINO DE ANÁLISE

1 UMA INTRODUÇÃO A ESTA SEÇÃO 41

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 45

3 APRESENTAÇÃO DAS PESQUISAS 53

O Ensino de Cálculo e Análise na USP 53

O Rigor e a Intuição no Ensino de Cálculo e de Análise 56

A Disciplina de Análise e a Formação de Professores 68

Um Tratamento para os Números Reais 71

Omar Catunda e a Modernização da Análise 75

Um Contexto para uma Análise Matemática 81

Por que Análise Real na Licenciatura? 85
A Disciplina de Análise e o Cálculo 88
Análise Matemática e Afetividade 92
Transição do Cálculo para a Análise 97
O Ensino de Cálculo e da Análise 103

4 DESVELANDO ALGUNS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS 106

5 ALGUMAS QUESTÕES CRÍTICAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ANÁLISE 120
Números Reais 120
As Relações entre o Cálculo e a Análise 122
Cálculo Infinitesimal e Análise Não-Standard 123
A Formação do Professor de Análise 124
Livros Didáticos de Análise 125
Bacharelado e Licenciatura 127
Dificuldades com o Cálculo e com a Análise e o Ensino Anterior 129
Os Conteúdos de Análise, sua Seqüência e Abordagem 131
A Armadilha do Ensino de Análise 134
Outras Questões Críticas Relacionadas ao Ensino de Análise 136

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 139

SEÇÃO 2

UMA TRAJETÓRIA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE

7 UMA INTRODUÇÃO A ESTA SEÇÃO 143

8 PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS 148

9 A DISCIPLINA DE ANÁL. EM CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA ... 153
Cálculo, Análise e Topologia na FFCL de Rio Claro 153
A Disciplina de Análise no IGCE da UNESP 171
Análise Matemática na FFCL da USP 181
As Disciplinas de Análise no IME da USP 192

10 UMA ANÁLISE DOS RESULTADOS 205
O Movimento Geral da Análise na FFCL de Rio Claro e no IGCE da UNESP 205

O Movimento Geral da Análise na FFCL da USP e no IME da USP 209
Estabelecendo Conexões entre os dois Cursos 211
Objetivos, Conteúdos e Bibliografia 215

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS 218

Epílogo: Dois Momentos numa Pesquisa 222
Reinterpretando os Resultados das Seções 222
Arremates: Considerações Finais Finalíssimas 228

Referências 231

VOLUME II

Anexos 266
Anexo A 267
Anexo B 277
Anexo C 280
Anexo D 282
Anexo E 286
Anexo F 289
Anexo G 291
Anexo H 294
Anexo I 300
Anexo J 310
Anexo K 315
Anexo L 326
Anexo M 332
Anexo N 347
Anexo O 360
Anexo P 384
Anexo Q 389
Anexo R 392
Anexo S 397
Anexo T 401

Anexo U 408
Anexo V 413
Anexo W 417
Anexo X 421
Anexo Y 426
Anexo Z 432
Anexo AA 439
Anexo BB 446
Anexo CC 460
Anexo DD 465
Anexo EE 473
Anexo FF 480
Anexo GG 486
Anexo HH 495
Anexo II 503
Anexo JJ 519

PRÓLOGO

UMA PESQUISA EM DOIS MOMENTOS

Neste *Prólogo*, como o próprio nome sugere, temos a parte inicial de nossa dissertação de mestrado, cuja parte textual, em oposição, encerra-se no *Epílogo*. Faremos uma breve introdução teórica ao tema central de nosso trabalho, apresentaremos nossos objetivos, motivações, um resumo de nossos procedimentos metodológicos e algumas outras opções feitas. Faremos ainda uma apresentação geral da organização que optamos dar a esta dissertação.

INTRODUÇÃO

O Conselho Nacional de Educação (CNE), entre 1997 e 2002, promoveu diversas modificações nos cursos de licenciatura no país. Particularmente o Parecer CNE/CP 28/2001[1] e as Resoluções CNE/CP 01/2002[2] e CNE/CP 02/2002[3], apontam para uma necessidade de reestruturação dos cursos de formação de professores que rompesse com o conhecido esquema "3+1", três anos de bacharelado e um ano de complementação pedagógica. Esse

[1] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Parecer CNE/CP n. 28/2001, de 02 de Outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18/01/2002.

[2] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Resolução CNE/CP n. 01, de 18 de Fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09/04/2002.

[3] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Resolução CNE/CP n. 02, de 19 de Fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04/03/2002.

modelo é chamado por Zeichner (1983)[4] de tradicional ou acadêmico e foi instituído no Brasil em meados de 1939. Garnica (1997)[5] alerta que ainda hoje a maior parte das licenciaturas o segue, mesmo que não explicitamente, deixando claro que velhas contradições como "Bacharelado 'versus' Licenciatura" e "específico 'versus' pedagógico" não foram superadas. Moreira e David (2005)[6] alertam que tal visão mantém a concepção de que o fazer do professor compõe-se basicamente em transmitir o conteúdo de forma absoluta.

A reformulação das grades curriculares das licenciaturas, com o propósito de se adequar às resoluções citadas, trouxe ao lume a discussão sobre o papel e a importância que determinadas disciplinas têm na formação do futuro professor. Sobre essas questões diversos trabalhos podem ser citados, como os de Carvalho (2001)[7], Kaneko-Marques (2007)[8], Benites, Neto e Hunger (2008)[9], Kasseboehmer e Ferreira (2008)[10] e Silva e Terrazzan (2009)[11]. O movimento não foi diferente no caso particular da matemática, sendo que o nosso interesse está focado na disciplina de análise, que já foi alvo de outras pesquisas, sob vários aspectos. Destacaremos algumas delas.

O trabalho de Ciani, Ribeiro e Júnior (2006)[12] nos mostra que os egressos dos cursos de licenciatura em matemática acreditam que a disciplina de análise não deveria compor o currículo de seu curso, pois na opinião deles, não há uma transposição direta entre essa disciplina e a atuação profissional do professor. Os autores observam ainda que disciplinas de análise costumam tratar de fatos e conceitos anteriormente vistos em disciplinas de cálculo, entretanto não é feita uma conexão entre elas, tornando a passagem de uma para outra algo

---

[4] ZEICHNER, K. Alternative Paradigms of Teacher Education. **Journal Of Teacher Education**, Washington, v. 34, n. 3, p.3-9, 1983.

[5] GARNICA, V.. Professor e Professor de Matemática: das Informações que se Tem a Cerca da Formação que se Espera. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, n. 1-2, p.215-238, jan. 1997.

[6] MOREIRA, R. C.; DAVID, M. M. M. S.. O Conhecimento Matemático do Professor: Formação e Prática Docente na Escola Básica. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, n.28, p.50-62, 2005.

[7] CARVALHO, A. M. P.. A Influência das Mudanças da Legislação na Formação dos Professores: As 300 Horas de Estágio Supervisionado. **Ciência e Educação**, Bauru, v.7, p.113-122, 2001.

[8] KANEKO-MARQUES, S. M.. A Estrutura Curricular de um Curso de Formação Pré-Serviço e o Desenvolvimento das Competências de Professores de Língua Inglesa. In: **Anais do I Congresso Latino-Americano sobre Formação de Professores de Línguas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

[9] BENITES, L. C.; SOUZA NETO, S.; HUNGER, D.. O Processo de Constituição Histórica das Diretrizes Curriculares na Formação de Professores de Educação Física. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.34, n.2, p. 343-360, 2008.

[10] KASSEBOLHMER, A. C.; FERREIRA, L. H.. O processo de Reformulação dos Cursos de Licenciatura em Química nas IES Públicas Paulistas. In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

[11] SILVA, A. A.; TERRAZAN, E. A. Organização dos Estágios Curriculares Pré-Profissionais em Cursos de Licenciatura em Física. In: **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2009**.**

[12] CIANI, A. B.; RIBEIRO, D. M.; JÚNIOR, M. A. G.. Formação de Professores de Matemática: um Ponto de Vista de Egressos. In: **Anais do IX Encontro Gaúcho de Educação Matemática**, Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2006.

não muito natural. Pinto (2001a)[13] também tece considerações sobre essa questão e conclui que um "grande impacto" marca a transição das disciplinas de cálculo para as de análise.

Ainda no campo dos pré-requisitos e das dificuldades dos alunos com a disciplina de análise, Pasquini (2007)[14] acredita que uma das razões para a dificuldade encontrada pelos alunos com tal disciplina deve-se à ausência de uma boa compreensão do conceito de número real. Soares, Ferreira e Moreira (1999)[15] também discutem a importância de cursos com novas abordagens dos sistemas numéricos para a formação matemática na licenciatura.

Finalmente, na pesquisa de Moreira, Cury e Vianna (2005)[16] é evidenciado que embora haja um consenso entre os matemáticos pesquisados de que a disciplina de análise é importante para a formação do professor, a maneira como ela deve ser integrada no currículo ou as razões de tal inclusão, não são suficientemente claras. A questão da importância da disciplina de análise na formação do professor de matemática também é tocada em Reis (2001)[17] que observa que, por um lado, essa disciplina é vista como fundamental para a formação de professores de matemática, porém, por outro, não há concordância com relação à maneira como deveria ser ensinada de modo a contribuir para a formação do professor.

A partir dos trabalhos citados, podemos observar que uma discussão sobre o papel da disciplina de análise em cursos de formação de professores é bastante abrangente. Dizer que tal disciplina não é importante porque os egressos dos cursos de licenciatura em matemática não a vêem contribuindo na sua atuação profissional não é suficiente. Afinal, não vêem por que não há tal contribuição ou por que ela não é explicitada? Essa problemática teria relação com o "abismo" que separa o "cálculo" da "análise"? O ensino de análise excessivamente rigoroso deve ser superado? Disciplinas que tratassem de números reais poderiam resolver tais problemas? Se tal disciplina fosse oferecida a licenciandos, a de análise se tornaria mais profícua? Ou, será que ainda seria necessária, ou apenas a primeira seria suficiente? Afinal, que conteúdos deveriam ser contemplados numa disciplina de análise para licenciandos?

---

[13] PINTO, M. M. F.. Discutindo a Transição dos Cálculos para a Análise Real. In: LAUDARES, J. B.; LACHINI, J.. **A Prática Educativa sob o Olhar de Professores de Cálculo.** Belo Horizonte: Fumarc, 2001. p. 123-145.

[14] PASQUINI, R. C. G.. **Um Tratamento para os Números Reais via Medição de Segmentos:** Uma Proposta, Uma Investigação. 2007. 209 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2007.

[15] SOARES, E. F.; FERREIRA, M. C. C.; MOREIRA, P. C.. Números Reais: Concepções dos Licenciandos e Formação Matemática na Licenciatura. **Zetetiké**, Campinas, n.12 , p.95-117, 1999.

[16] MOREIRA, P. C.; CURY, H. N.; VIANNA, C. R. Por que análise real na licenciatura? **Zetetiké**, Campinas, n.23, p.11-42, 2005.

[17] REIS, F. S. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise**: A Visão de Professores-Pesquisadores e Autores de Livros Didáticos. 2001. 302f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2001.

Todas essas questões nos exibem que uma discussão sobre o papel da disciplina de análise em cursos de formação de professores de matemática é complexa e necessária, desse modo, a pergunta *Por que Análise Real na Licenciatura?* é bastante capciosa e de difícil resposta, conforme já observamos, dentre outros, através do estudo de Moreira, Cury e Vianna (2005). Entretanto, se intentássemos respondê-la, por onde deveríamos começar? Antes de tratarmos especificamente dessa questão, descreveremos um pouco de nossa trajetória e mostraremos as motivações e as inquietações que nos impeliram ao presente estudo.

SOBRE NOSSAS MOTIVAÇÕES

A gênese da idéia do deste projeto de mestrado surgiu do interesse que tínhamos, à época da graduação, de cursar uma disciplina de análise. O curso no qual obtivemos grau, Licenciatura em Ciências Exatas do Instituto de Física (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP), não tinha em sua grade curricular uma tal disciplina, embora se propusesse a formar, através de uma de suas habilitações, professores de matemática. Assim, fomos estudar com mais detalhes conteúdos tradicionalmente ensinados em disciplinas de análise, bem como em de topologia, através dos projetos de iniciação científica *Tópicos de Análise Real e Topologia da Reta* e *Tópicos de Topologia Geral*, ambos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e orientados pela Profa. Dra. Denise de Mattos. Durante o desenvolvimento do primeiro deles, além daquelas puramente matemáticas, outras questões a respeito da disciplina de análise surgiram.

Como vários livros clássicos de análise nos serviram de bibliografia, livros esses que normalmente são utilizados nas universidades brasileiras como livros-texto para essa disciplina, foi possível estabelecer comparações entre eles e refletir sobre a seguinte questão: por que alguns dos livros de análise usados nos cursos de licenciatura são meras reduções e/ou simplificações das obras destinadas aos cursos de bacharelado em matemática? Ou seja, para o futuro professor de matemática do ensino básico é necessário saber menos análise que deve saber um bacharel? Uma colocação que já nos parecia cabível à época é que, por se tratar de perfis diferentes, possivelmente um curso de análise para bacharelandos devesse ser diferente do mesmo curso dado para licenciandos. A questão que surgia então era: como devem ser essas diferenças? Pautadas em reduções ou simplificações do conteúdo?

A essas indagações iniciais somaram-se outras duas. O projeto de iniciação do qual participávamos destacava em sua justificativa, sem maiores questionamentos, para a importância de um curso de análise para a formação do futuro professor de matemática. Considerando-se isso e o fato dessa disciplina estar presente na maioria dos cursos de licenciatura em matemática do Brasil, pareceu-nos ser quase um consenso que pelo menos uma disciplina de análise deveria integrar os currículos dos cursos de licenciatura, entretanto, a maneira como isso deveria ocorrer ou as razões que levariam a tal inclusão já àquela época não nos pareciam suficientemente decisivas.

Da busca de respostas para essas perguntas, do fato de termos conhecido a Profa. Dra. Rosa Lúcia Sverzut Baroni, que tinha grandes interesses em estudar questões relativas ao ensino de análise, e das nossas conversas e inquietações mútuas é que surgiu o que poderíamos chamar de nosso primeiro projeto de mestrado: *A Disciplina de Análise Real na Formação de Professores de Matemática*. Nosso objetivo parecia-nos muito simples, discutir a importância da disciplina de análise para a formação do professor e responder àquela questão citada antes de iniciarmos a descrição de nossas motivações: *Por que Análise Real na Licenciatura?* Na realidade, descobrimos que essa pergunta, exatamente assim como está, já tinha sido feita por Moreira, Cury e Vianna (2005), conforme já citamos. Esse trabalho, entretanto, mostrou-nos algo mui valioso, que todas as inquietações e dificuldades que estávamos encontrando para direcionar o nosso projeto tinham uma razão de ser: responder a essa pergunta não era tarefa fácil! Então, dessa idéia inicial e dos diversos estudos que descobrimos serem necessários para se fazer tal discussão com a profundidade necessária, surgiram dois projetos, o "maior", *A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de Matemática* e o "menor", *A Evolução Histórica do Ensino de Análise em Cursos de Licenciatura em Matemática*.

O projeto "maior" é o que se costuma denominar de projeto guarda-chuva, coordenado pela Profa. Rosa, tem como proposta analisar os diversos aspectos envolvidos na questão de que fala seu título, sobretudo aquelas relacionadas a aspectos históricos. Dessa forma, são os seguintes alguns dos seus temas de interesse: como a Análise se constituiu como disciplina no Brasil; como a aritmetização da Análise tem sido trabalhada, à luz da história, em cursos de licenciatura; que conteúdos podem ser caracterizados como componentes da estrutura da disciplina; a contribuição de matemáticos para o desenvolvimento da Análise, tanto no Brasil como em nível mundial; como as licenciaturas têm trabalhado com essa disciplina; qual o movimento existente na busca da separação dessa disciplina nos cursos de licenciatura e de

bacharelado; algumas propostas para o trabalho em sala de aula etc. Em última análise, assim, pode-se dizer que o objetivo maior desse projeto é responder, em todas as suas dimensões, àquela pergunta: *Por que Análise na Licenciatura?*

O "menor", o primeiro subprojeto do "maior", passou a ser, então, o nosso projeto de mestrado. Acreditávamos que um primeiro passo em direção a uma resposta da questão proposta por Moreira, Cury e Vianna (2005), e agora também objetivo do projeto "maior", seria estudar como vêm se estruturando, ao longo do tempo, os programas de disciplinas de análise em cursos de licenciatura em matemática. Assim sendo, decidimos com o nossa nova proposta de trabalho apresentar uma trajetória da disciplina de análise em três cursos de matemática: a do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), a do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da USP e a do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMEEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Retiramos posteriormente esse último curso da nossa amostra; logo mais detalharemos o motivo de tal opção.

O desenvolvimento dessa idéia inicial trouxe-nos novas inquietações, embora continuássemos achando nossa decisão de estudo algo bastante razoável, sentimos a necessidade de ter bases mais sólidas sobre as quais pudéssemos refletir sobre questões relacionadas com a disciplina de análise. Isso fez com que ampliássemos a idéia original, que passou a contemplar não só uma trajetória da disciplina de análise em cursos de licenciatura, como também um mapeamento das pesquisas brasileiras que tratassem de questões relativas ao ensino dessa disciplina. Essa opção foi muito importante, pois apenas suspeitávamos que existiam poucos trabalhos que tratassem do ensino de análise, um mapeamento, assim, poderia não só confirmar essa hipótese como contribuir fortemente com o projeto "maior" na medida que através dos trabalhos realizados seria possível delimitar aquilo que ainda não foi realizado dentro da nossa área de interesse, qual seja, o ensino de análise.

Finalmente, assim, a nossa pesquisa tomou o seu corpo definitivo, passando a se chamar *Uma Trajetória da Disciplina de Análise e um Estado do Conhecimento sobre seu Ensino*. Esta pesquisa tem, portanto, dois momentos. No primeiro deles temos contemplada aquela idéia de trazer um panorama da trajetória da disciplina de análise em cursos de licenciatura em matemática e na segunda, o mapeamento de que falamos há pouco. Uma vez que descrevemos os caminhos que trilhamos rumo à nossa temática principal, descrevemos a seguir, com maiores detalhes, nossos objetivos.

SOBRE NOSSOS OBJETIVOS

Como uma pesquisa em dois momentos, os nossos objetivos centrais também são dois. O primeiro deles é, através de um mapeamento da produção nacional referente ao ensino de análise, apresentar e analisar uma boa parte dos trabalhos já realizados nesse campo, bem como trazer questionamentos e buscar o que ainda não foi feito. Para isso, consideramos todo o conjunto de dissertações e teses cujos resumos constam no portal da CAPES, artigos em oito periódicos e trabalhos completos publicados nos anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM).

A nossa escolha por esses veículos levou em conta vários aspectos. O primeiro deles é que em pesquisas de natureza semelhante, é bastante comum considerar dissertações e teses como um conjunto de trabalhos bastante significativo sobre o qual se deve lançar olhares. Já a escolha dos periódicos pautou-se tanto na sua classificação QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) quanto na antiguidade dos mesmos e na relevância que têm dentro da educação matemática. Por fim, para trabalhos em anais, devido ao grande número de eventos e a suspensão da classificação dos mesmos por meio da CAPES, optamos por considerar apenas um evento internacional, o SIPEM, onde, em geral, são apresentadas apenas pesquisas concluídas.

O nosso segundo objetivo central consiste em traçar um panorama, através do estudo de grades curriculares, de programas de disciplinas de análise e de cálculo ou de semelhantes documentos convenientes; de como a disciplina de análise vem se constituindo no que diz respeito aos seus objetivos, programa e bibliografia nos cursos de matemática de algumas das mais importantes instituições universitárias e de pesquisa do país: IME/USP e IGCE/UNESP.

Justamente por termos optado por trabalhar com programas é que excluímos o curso do IMEEC/UNICAMP da nossa amostra, já que não encontramos esse tipo de documento nessa instituição. Não que eles inexistam, porém só tivemos acesso a catálogos que traziam ementas muito reduzidas, apenas com palavras-chave, destoando bastante dos outros dois cursos considerados. Caso tivéssemos mantido esse curso, e a documentação de fato não fosse encontrada, teria sido necessário realizar entrevistas com professores a fim de completar as lacunas deixadas pelos programas reduzidos, o que fugiria bastante da nossa intenção de trabalhar apenas com documentos. Essa foi uma opção, por assim dizer, metodológica, falemos, então, de outras opções dessa natureza que tomamos neste trabalho.

SOBRE NOSSOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa de nossa pesquisa, pode-se dizer, é do tipo *estado do conhecimento*, embora não tenhamos nos moldado especificamente em nenhum modelo pré-concebido sobre esse tipo de pesquisa. Coletamos os trabalhos levando em conta principalmente seus títulos, palavras-chave e resumo. No caso das dissertações e teses, o banco de teses da CAPES foi fundamental para nossa etapa de coleta e redução dos dados. Para os outros casos, recorremos diretamente aos periódicos e anais.

Analisamos os trabalhos coletados tomando por base principalmente suas sínteses por nós elaboradas e os pontos de convergência que naturalmente emergiram de suas leituras. Os trabalhos foram agrupados em onze categorias que levam em consideração tanto temáticas convergentes quanto a autoria dos trabalhos; esses dois pontos, no nosso caso, vieram a coincidir. A nossa análise é feita em duas etapas, na primeira delas são caracterizados resultados essencialmente quantitativos; na segunda procuramos marcar as principais tendências nos resultados dos trabalhos, fazer conexões entre eles e apontar direções que emergissem naturalmente dessas.

Para a segunda etapa do nosso trabalho, uma pesquisa puramente documental, realizamos a coleta de grades curriculares e de programas de disciplinas de cálculo e de análise diretamente nas seções de graduação das unidades pesquisadas ou em outros setores que mantivessem os documentos de nosso interesse. Relativamente à análise dos resultados, seguimos as etapas de redução, apresentação e conclusões.

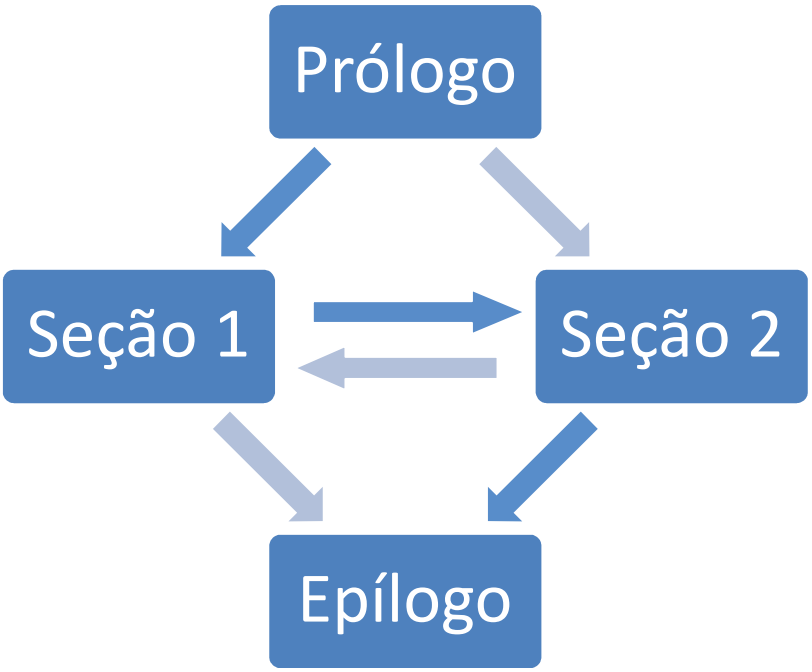
Ressaltamos que neste item trouxemos apenas um resumo de nossos procedimentos metodológicos adotados em cada parte do nosso trabalho, eles serão detalhados posteriormente, cada qual em sua respectiva seção. Sim, o nosso trabalho está organizado em seções. Prossigamos, assim, falando desse aspecto.

SOBRE A ORGANIZAÇÃO DESTE TRABALHO

Optamos por apresentar cada etapa da nossa pesquisa numa seção diferente. Evidentemente poderíamos ter organizado nossa pesquisa apenas em capítulos, entretanto, julgamos ser mais conveniente a utilização de seções, visto que nossa pesquisa tem dois momentos suficientemente distintos para compor duas partes disjuntas e, ao mesmo tempo,

suficientemente convergentes para ambas estarem neste mesmo trabalho de mestrado. A leitura dos dois é, entretanto, independente. Desse modo, é possível tanto ler a seção dois precedida da seção um quanto o contrário (ver Figura 1). É evidente que apesar dessa independência, tivemos que optar por colocar uma parte antes da outra. Deixamos o mapeamento na primeira porque acreditávamos inicialmente que essa etapa seria muito breve, justamente pela suspeita da existência de poucos estudos para serem mapeados, conforme já dissemos. Nesse contexto inicial, de fato, a segunda parte, a trajetória da disciplina, é que seria, digamos, o carro-chefe do nosso trabalho. Felizmente nossas suspeitas estavam parcialmente equivocadas, e as duas partes passaram a ter igual importância para o trabalho como um todo e a caminhar cada qual com as suas particularidades.

Figura 1 – Possíveis caminhos para a leitura deste trabalho.



Assim sendo, na primeira seção temos *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, onde é apresentado o nosso mapeamento sobre o ensino de análise, maiores detalhes sobre nossos procedimentos metodológicos referentes a ele e à nossa análise dessa etapa. Da mesma forma, na segunda, *Uma Trajetória da Disciplina de Análise*, temos a trajetória dessa disciplina em dois cursos de licenciatura em matemática com os mesmos tipos de detalhes de que falamos na primeira. No *Epílogo*, conforme já adiantamos, teremos a junção das duas seções, mais precisamente faremos a reinterpretação dos dados de uma em função das categorias da outra. Nesse item também é que apresentamos os arremates do trabalho.

Além da opção por apresentar o nosso trabalho em duas seções, optamos também em apresentá-lo em dois volumes. Levamos em consideração dois pontos para tomar essa decisão. O primeiro deles foi o expressivo número de páginas do trabalho total, superior a quatrocentas laudas, o que tornaria o manuseio de um volume único relativamente desagradável. Além disso, cerca de metade dessa quantidade de laudas é referente a anexos, aos quais precisam ser consultados em certos momentos do texto, donde uma separação em dois volumes conveniente facilitaria visualizações simultâneas do texto e do anexo; esse foi o segundo motivo. Desse modo, os elementos pré-textuais estão presentes em ambos os volumes, como manda a tradição quando se opera esse tipo de separação numa dissertação; os elementos textuais estão exclusivamente no *Volume I*. Os elementos pós-textuais (anexos) estão no *Volume II*, com exceção das *Referências*, presentes no primeiro.

Além dessas opções de ordem estrutural, fizemos outras de ordem, digamos, estilística. A essas destinamos um item exclusivo neste *Prólogo*.

SOBRE OUTRAS OPÇÕES FEITAS

A primeira opção que vamos descrever não é uma que ainda se vá ver neste trabalho, mas sim uma que já foi vista. Estamos falando dos *Resumos*. Primeiramente, achamos conveniente elaborar um resumo com a maior quantidade de informações possíveis, e por isso, todos os nossos têm quase o limite aceito de palavras. O que nos levou a essa atitude foi justamente o caráter de uma das partes do nosso trabalho: mapeamento. Nos *Procedimentos Metodológicos* da *Seção 1* descrevemos algumas das dificuldades que encontramos nesse processo, mas podemos adiantar que resumos incompletos foi uma delas. Procuramos, então, sob o ponto de vista de quem fez esse tipo de pesquisa, elaborar resumos que facilitassem o trabalho de futuras pesquisas de mapeamento que porventura se esbarrem nesta dissertação. Claramente essa foi só uma intenção, foi o que buscamos, eventualmente pode ser que não tenhamos conseguido. Além disso, por semelhantes motivos, trouxemos não só os resumos obrigatórios em português e em inglês, mas também em espanhol e em francês, ampliando, assim, as possibilidades de contato com o nosso trabalho.

A segunda opção também já foi notada: trouxemos nas notas de rodapé as referências das obras que já citamos. Essa postura será mantida no restante do trabalho todo. Assim procedemos por acharmos que isso facilita a leitura, já que desse modo o leitor não precisa ir

até o fim da dissertação toda vez que quiser saber exatamente qual trabalho estamos citando. Sendo assim, todo trabalho citado e consultado é referenciado duas vezes, a primeira delas nas notas de rodapé e a segunda no campo *Referências*. Já os trabalhos que são citações de citações, têm suas referências apresentadas apenas nas notas de rodapé, com exatamente a mesma formatação em que aparecem nos trabalhos que os citaram.

Especificamente com relação às citações, evitamos ao máximo o uso das citações diretas, donde só fizemos uso delas nas situações que consideramos extremamente relevantes. Do contrário, preferimos interpretar as falas de nossos interlocutores. De certo que há quem defenda um maior uso de citações diretas; não é o nosso caso, pois achamos que o uso delas deve ser muito bem ponderado (e é claro que quando o é, o resultado é positivo), uma vez que podem deixar a leitura do texto truncada, desagradável e ainda servir de muleta para aqueles que têm certa fadiga de pensar por conta própria: não é tão raro depararmos com trabalhos onde as palavras do próprio autor são as mais difíceis de serem encontradas.

Outra opção foi a de, apesar da existência deste *Prólogo* e também do *Epílogo*, dentro das próprias seções trazer breves introdução e considerações finais, justamente para melhor definir o caráter independente que as seções têm.

Por fim, achamos interessante destacarmos algumas das opções de escrita que fizemos neste trabalho: 1) optamos por sempre empregar iniciais minúsculas nas palavras *análise*, *cálculo*, *matemática* quando se referiam às disciplinas homônimas; já nos casos onde achamos que haveria qualquer tipo de ambigüidade, ou quando essas palavras se referiam às respectivas áreas do conhecimento, num sentido mais amplo, empregamos maiúsculas; 2) preferimos de modo geral os pronomes demonstrativos relativos à segunda pessoa em detrimento aos relativos à primeira; a não ser para sua função catafórica, para localizar termos de um período, para fazer referência especificamente a *esta* dissertação ou a partes dela, e para evitar algumas ambigüidades; 3) esta dissertação foi escrita segundo o Formulário Ortográfico da Língua Portuguesa de 1943, válido no Brasil até 31 de dezembro de 2012.

Tudo isso posto, o leitor agora já pode iniciar a leitura deste trabalho (com a ordem de seções que quiser).

SEÇÃO 1

UM ESTADO DO CONHECIMENTO DO ENSINO DE ANÁLISE

CAPÍTULO 1

UMA INTRODUÇÃO A ESTA SEÇÃO

Estudos do tipo *Estado do Conhecimento* (ou *Estado da Arte*, como têm sido também denominado) têm, em geral, um caráter de mapeamento da produção científica de um determinado tema de uma área, num determinado período, tomando por base artigos científicos, trabalhos em anais, dissertações e teses ou outros veículos. O objetivo desse tipo de estudo, segundo Melo (2006)[18], é realizar uma síntese integrativa do conhecimento, aprofundar questões específicas, inventariar, sistematizar, compilar, descrever, analisar e avaliar essa produção científica, apontando tendências teóricas, metodológicas e temáticas mais freqüentes. Entretanto, Melo frisa que esse tipo de trabalho não é apenas uma revisão de estudos anteriores, é mais que isso, pois busca identificar as convergências, as relações e as aproximações existentes nas pesquisas, apresentando indícios e compreensões do conhecimento a partir dos estudos mapeados.

Mapeamentos do tipo descrito no parágrafo anterior são relativamente comuns dentro da Educação e mais particularmente dentro da Educação Matemática. Destacamos o próprio trabalho de Melo (2006), já citado, onde a pesquisadora faz um levantamento das dissertações e teses de educação matemática defendidas na UNICAMP entre 1976 e 2003. Além desse, os trabalhos de Fiorentini (1994)[19], que faz um estado da arte da pesquisa em educação

[18] MELO, M. V.. **Três Décadas de Pesquisa em Educação Matemática na UNICAMP**: Um Estudo Histórico a Partir de Teses e Dissertações. 2006. 273 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2006.

[19] FIORENTINI, D.. **Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática:** o Caso da Produção Científica em Cursos de Pós-graduação. 1994. 414f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 1994.

matemática a partir de 204 dissertações ou teses, Miguel e Miorim (2002)[20], que realizam uma caracterização da pesquisa em história da educação matemática e em educação matemática, e Ferreira (2003)[21], que traz um mapeamento da produção brasileira sobre formação de professores de matemática de 1970 a 2000. Esses são apenas alguns que consideramos interessante destacar; em Melo (2006) há uma relação mais abrangente de trabalhos do tipo *Estado do Conhecimento* realizados dentro da educação matemática.

A grande relevância desse tipo de trabalho não está somente no seu caráter revelador da totalidade de pesquisas numa determinada área, mas também, e principalmente, nos caminhos que são abertos rumo a pesquisas ainda não realizadas (FERREIRA, 2002)[22]. É justamente esse um dos objetivos principais desta seção do nosso trabalho, ou seja, a partir dos trabalhos já realizados em ensino de análise, buscar novas possibilidades de pesquisa. É claro que trazer o próprio panorama da produção nacional em ensino de análise, desvelando algumas questões como as que citamos no primeiro parágrafo com relação às pesquisas do tipo *Estado do Conhecimento* como um todo, também faz parte dos nossos objetivos.

Acreditamos assim, que esta parte do nosso trabalho contribuirá para o projeto maior do qual faz parte, *A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de Matemática*, na medida que traz essas possibilidades de pesquisas futuras de que falamos no parágrafo anterior. Além disso, o próprio mapeamento da produção brasileira em ensino de análise parece-nos relevante para um projeto que trate dessa temática.

Embora tenhamos atrelado ao nosso trabalho um rótulo de *Estado do Conhecimento*, cabe clarificar, antes de mais nada, que não admitimos determinadas amarras que às vezes são impostas por se adotar *a priori* esse ou aquele tipo de estudo. Assim sendo, tanto pode-se dizer que nesta seção temos, em linhas gerais, um trabalho do tipo *Estado do Conhecimento* no sentido descrito por Ferreira (2002) ou ainda na dissertação de Melo (2006), mas, também, pode ser dito que temos algo relativamente alheio a isso. Nossa opção por esse enquadramento deu-se, por assim dizer, por uma convergência parcial dentro do que já foi realizado segundo essa concepção, de modo que julgamos mais coerente adotá-la o invés de criar uma nova terminologia.

---

[20] MIGUEL, A.; MIORIM, A.. Educação Matemática: uma Prática Social de Investigação em Construção. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 36, p.177-204, 2002.

[21] FERREIRA, A. C.. Um Olhar Retrospectivo sobre a Pesquisa Brasileira em Formação de Professores de Matemática. In: FIORENTINI, D.. **Formação de Professores de Matemática**: Explorando Novos Caminhos com Outros Olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 19-55.

[22] FERREIRA, N. S. A.. As Pesquisas Denominadas "Estado da Arte". **Educação e Sociedade**, Campinas, n.79, p.257-272, 2002.

Essa posição explicitada no parágrafo anterior significa também que não nos atemos a essa ou aquela metodologia adotada em trabalhos do tipo *Estado do Conhecimento*. Entretanto, isso não quer dizer que não consideramos relevante explicitar os passos, os métodos de uma pesquisa, pelo contrário, apenas que julgamos nem sempre ser necessário atrelá-los completamente a um modelo pré-existente.

Seguindo a concepção comentada no parágrafo anterior, no *Capítulo 2*, *Procedimentos Metodológicos*, detalhamos os periódicos mapeados, nossa escolha pelos anais do SIPEM, os procedimentos que adotamos para coletar os trabalhos de interesse nesses dois veículos e também em dissertações ou teses, bem como outras opções metodológicas que fizemos. Ainda nesse capítulo, é feita uma breve exibição dos trabalhos resultantes do nosso processo de mapeamento, que são apresentados com detalhes somente no capítulo seguinte.

No *Capítulo 3*, *Apresentação das Pesquisas*, assim, temos a apresentação dos trabalhos por nós mapeados, que foram separados em dez grupos. Além desses, temos outros quatro trabalhos que não fizeram parte do nosso mapeamento, pois são capítulos de livros, e esse veículo não foi investigado. Optamos por considerá-los também por conta da relevância das suas reflexões para o ensino de análise. Dois desses quatro trabalhos foram colocados num décimo primeiro grupo e dois em dois grupos dos dez organizados a partir do mapeamento. Assim sendo, nesse capítulo temos onze grupos de trabalhos. Não fomos sucintos nessa apresentação das pesquisas, pois, acreditamos que ao trazer a maior quantidade possível de informações, permitimos que o leitor não tenha acesso somente às nossas análises e conclusões, mas que também possa fazer as suas próprias análises e tirar suas conclusões.

No *Capítulo 4*, *Desvelando Aspectos Quantitativos e Qualitativos*, fazemos uma análise das pesquisas mapeadas desvelando aspectos mais gerais, uma boa parte deles de caráter quantitativo. Dessa forma, distribuímos os trabalhos por ano de publicação, temática central, veículo de publicação, titulação do autor principal, dentre outros, e lançamos reflexões sobre essas distribuições apresentadas.

No *Capítulo 5*, *Algumas Questões Críticas Relacionadas ao Ensino de Análise*, também resultado da nossa análise das pesquisas mapeadas, levantamos quinze pontos que emergiram naturalmente da leitura desses trabalhos. Em cada um desses pontos, exibimos e refletimos sobre muitas questões que nos parecem relevantes e apontamos para possíveis pesquisas que ainda precisam ser realizadas.

Já no *Capítulo 6*, *Considerações Finais*, retomamos alguns pontos discutidos anteriormente e sintetizamos algumas idéias. Nesse capítulo ainda, fazemos um exercício de

mea culpa apontando as fragilidades do nosso trabalho e dando alguns novos encaminhamentos possíveis para futuras pesquisas.

Caso quiséssemos apontar em que capítulos foram feitas as etapas de *apresentação* dos dados, *análise* e *conclusões*, diríamos que aquela está no *Capítulo 3*, essa nos capítulos *4* e *5*, e estas, conjuntamente nos capítulos *4, 5 e 6* (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Separação de algumas das etapas da nossa pesquisa do tipo *Estado do Conhecimento* pelos capítulos da *Seção 1*.

Etapas da Pesquisa	**Capítulos**
Apresentação dos Dados	Capítulo 3
Análise dos Dados	Capítulo 4
	Capítulo 5
Conclusões	Capítulo 4
	Capítulo 5
	Capítulo 6

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O título desta seção, *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, tem dois termos cujos sentidos por nós adotados precisam ser bem postos, *Estado do Conhecimento* e *Ensino de Análise*. Sobre o primeiro deles, já dissemos no capítulo anterior que não adotamos neste trabalho necessariamente a mesma postura que a adotada em outros, resta tornar clara qual é a nossa postura. Definir o segundo termo será necessário para evitar ambigüidades. Como falamos de *Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, será preciso também tornar claro o que entendemos por essa expressão toda. Comecemos com cada termo separadamente.

O nosso *Estado do Conhecimento* refere-se a um estudo bibliográfico, uma espécie de mapeamento da produção científica que leva em consideração, principalmente, o que chamaremos de *delimitadores,* que podem ser vários, como, por exemplo: períodos, áreas, temáticas, assuntos, países, veículos, línguas, autores. Dependendo da amplitude, podem ser necessários vários *delimitadores*. Assim sendo, seria possível fazer um *Estado do Conhecimento* sobre a pesquisa em Matemática no Brasil na década de noventa publicada no Boletim de Matemática da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM). Poderia ser feito um *Estado do Conhecimento* sobre a antropologia estruturalista levando-se em conta apenas as publicações de Lévi-Strauss[23]. No primeiro exemplo, o pesquisador olharia todos os artigos publicados naquele boletim durante dez anos. No segundo, toda a produção de Lévi-Strauss que tratasse da antropologia estruturalista.

[23] Claude Lévi-Strauss (1908 – 2009) foi um antropólogo, professor e filósofo francês. É considerado fundador da antropologia estruturalista e um dos grandes intelectuais do século XX.

O importante em qualquer caso, é ter claro o campo gerado pelos *delimitadores* escolhidos. Seria surpreendente, desse modo, encontrar um *Estado do Conhecimento* da pesquisa em medicina desde os primórdios da humanidade até os dias de hoje, mas, seria plausível um que levasse em conta, por exemplo, apenas um periódico especializado. Ao se escolher os *delimitadores*, cria-se uma demanda, é necessário, obviamente, dar conta dela.

No nosso trabalho, são vários os *delimitadores*. O primeiro deles, o assunto que será mapeado: ensino de análise. Temos já então um complicador. O que é ensino de análise? Modernamente a Matemática é dividida em três grandes áreas: Análise, Álgebra e Topologia. Grosseiramente, a Análise é o ramo da Matemática que trata dos processos infinitos, em contraposição à Álgebra, que trata dos finitos. A Topologia é o ramo que estuda primordialmente, e com grande generalidade, o conceito de continuidade. Desse modo, estamos falando do ensino do ramo da Matemática que trata de processos infinitos.

Inicialmente esse primeiro *delimitador* pode parecer claro, mas não ainda. O Cálculo também trata de processos infinitos, e não será alvo de nosso mapeamento. Para que tudo fique melhor delimitado, além de se considerar a área da Matemática chamada Análise, é necessário que se considere a disciplina universitária homônima. Agora, talvez, estejamos em condições de precisar o que entendemos por *ensino de análise*: aquele referente aos processos infinitos vistos sob um ponto de vista de componentes curriculares de uma disciplina de análise. Definir o que sejam disciplinas de análise é o nosso novo problema, que ficará em aberto por enquanto, pois essa resposta aparecerá logo mais.

Nosso segundo *delimitador* são os veículos. São três: dissertações e teses, artigos em periódicos e trabalhos completos publicados em anais de congressos. Para cada um deles há mais *delimitadores* associados. Para dissertações e teses, foram consideradas apenas aquelas defendidas a partir de 1987, cujos resumos constam no banco de dissertações e teses da CAPES[24]. Para artigos em periódicos, foram mapeados oito: Boletim de Educação Matemática (BOLEMA)[25] (1 a 36), Boletim GEPEM[26] (1 a 56), Revista Ciência e Educação[27]

[24] http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/

[25] Um dos mais antigos periódicos da área de Educação Matemática do Brasil, sua primeira edição é de 1987. Nasceu vinculado ao programa de pós-graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro, entretanto, é um periódico nacional avaliado como A1 (ano base 2008) pela área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES.

[26] O mais antigo periódico de Educação Matemática do Brasil, sua primeira edição é de 1976. É um periódico nacional QUALIS B1 pela área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES (ano base 2008). É vinculado ao GEPEM da UFRJ.

[27] É editada desde 1995, sob a responsabilidade de Conselho Editorial pertencente ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da UNESP de Bauru, Ciência & Educação passou a ser importante

(1 a 16), Zetetiké[28] (1 a 32), Educação Matemática Pesquisa[29] (v.1 a v.10), Educação Matemática em Revista[30] (1 a 24), Revista do Professor de Matemática[31] (1 a 60) e Revista Matemática Universitária[32] (1 a 46). Os trabalhos completos publicados em anais que foram vistos são das quatro edições do SIPEM[33].

De posse de todo esse material coletado, a etapa seguinte foi reduzi-los ao campo de interesse. Para os três veículos o procedimento foi relativamente igual, tendo havido alguma diferença maior apenas no primeiro deles: dissertações e teses. Para esse, utilizando-se do portal da CAPES, inserimos sete expressões, uma por vez, para um primeiro processo de redução. O campo escolhido foi o *Assunto* com a opção *expressão exata* (ver Figura 2). Foram elas (os números entre parêntesis representam o total de resultados)[34]: Análise Real (46), Análise Matemática (138), Ensino de Análise (139), Disciplina de Análise (64), Análise I (70), Análise na Reta (4) e Fundamentos de Análise (531).

Nem todos os trabalhos retornados tratam dos termos por meio dos quais eles foram encontrados, pois a opção *expressão exata* não condiz realmente com o que se espera dela. Por exemplo, a expressão *Fundamentos de Análise* trouxe resultados onde o termo que apareceu foi *Fundamentar a Análise*. Tentamos procurar na página da CAPES qual critério o portal usava para trazer seus resultados, mas não encontramos nenhuma explicação pormenorizada. É dito que a opção *expressão exata* retorna apenas os trabalhos que contém exatamente a expressão como foi digitada, entretanto, como já observamos, os resultados são mais gerais, e é sobre esse nível de detalhe que não encontramos explicações, ou seja, o porquê desses resultados mais gerais aparecerem.

De posse dos 992 resultados do portal da CAPES, de todos os trabalhos dos oito periódicos pesquisados e dos quatro anais do SIPEM, prosseguimos uma segunda etapa de redução bastante semelhante para os três veículos. Realizamos a leitura dos títulos dos

---

veículo nacional na área de Educação em Ciências e Matemática. É um periódico nacional nível A1 no sistema QUALIS (ano base 2008).

[28] É uma publicação da Faculdade de Educação da UNICAMP. Sua primeira edição é de 1993 e é QUALIS B1 pela área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES (ano base 1998).

[29] A revista Educação Matemática Pesquisa, do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, é publicada desde 1999 e seu estrato no QUALIS da CAPES é B2 na área de Ensino de Ciências e Matemática (ano base de 2008).

[30] Educação Matemática em Revista é uma publicação da SBEM. Sua primeira edição é de 1993.

[31] É publicada desde 1982 pela SBM. É QUALIS B5 pela área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES (ano base 2008).

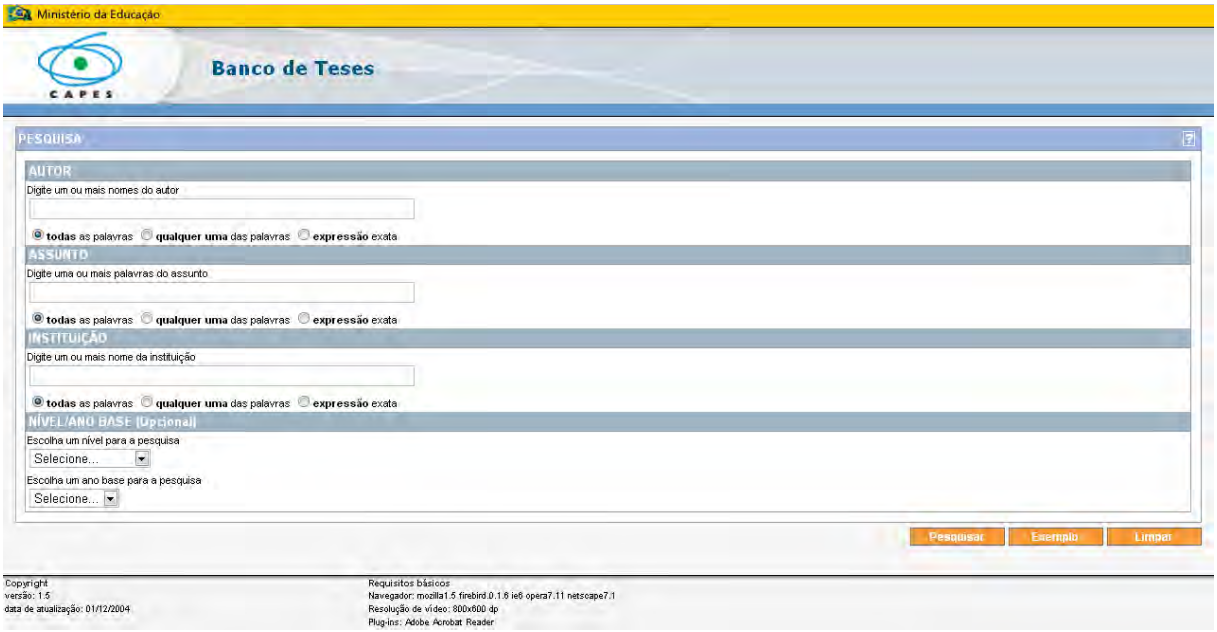
[32] Publicação da SBM cuja primeira edição é de 1985. Está classificada no QUALIS-CAPES como C (ano base 2008).

[33] Evento promovido pela SBEM que acontece a cada três anos.

[34] Consulta realizada em 26/09/2010.

trabalhos, resumos e palavras-chave. Além de procurar por expressões como as que fizemos uso no portal da CAPES, demos atenção também aos trabalhos que tratassem de conceitos da análise, como números reais, limites, funções, derivadas, integrais, séries, seqüências. Entretanto, como tais conteúdos figuram também em disciplinas de cálculo ou em outras que fogem do nosso interesse, dos trabalhos que tratavam desses aspectos, só foram considerados aqueles que, de algum modo, demonstraram preocupações com a questão da disciplina de análise, ou, de um modo mais geral, com o ensino de análise. Já que nessa etapa olhou-se títulos, resumo e palavra-chave, essa preocupação deveria estar expressa num desses campos.

Figura 2 – Aspecto do portal de teses da CAPES em 26/09/2010.



Fonte: http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/

Nesse sentido é que delimitamos o significado de disciplinas de análise, ou seja, em nossa pesquisa, entendemos como tais aquelas que tratam dos conceitos dessa área da Matemática e que, nos trabalhos pesquisados, são entendidas como tal. Isso significa que não partimos de uma definição de disciplina de análise *a priori*, preocupamo-nos em considerar os trabalhos que tratavam dessa disciplina ou de conceitos dela, segundo o próprio entender dos autores. Por esse motivo que, por exemplo, o trabalho de Soares, Ferreira e Moreira (1999) foi desconsiderado, ao passo que o de Pasquini (2007) não, pois embora ambos tenham como pano de fundo a questão dos números reais, o primeiro deles não faz nenhuma menção a esse conteúdo sob um ponto de vista de uma disciplina de análise, enquanto o segundo faz.

Embora nossas opções possam parecer demasiado restritivas, não as consideramos dessa forma. Objetivamos com elas direcionar nossa análise ao foco de interesse. Trabalhos sobre o ensino de cálculo ou ensino de conjuntos numéricos podem ser interessantes e relevantes, entretanto, o volume de resultados e a demanda de análise que trariam não justificaria sua consideração, visto que nosso interesse está bem direcionado a questões intimamente relacionadas ao ensino de análise.

Os procedimentos anteriormente citados, ou seja, coleta e redução das pesquisas, retornaram-nos, por fim, 8 teses ou dissertações, 4 artigos em periódicos e 5 trabalhos publicados em anais. A esses 17 trabalhos somamos outros 4, capítulos de livro que, embora não tenham feito parte da nossa coleta inicial, já conhecíamos por tratar da nossa problemática de interesse. Assim sendo, analisamos um total de 21 trabalhos, sendo que 17 deles resultados do nosso processo de mapeamento.

Visto que vários dos trabalhos publicados em periódicos ou anais traziam resultados de pesquisas de mestrado ou doutorado já contemplados, agrupamos os 21 trabalhos em torno de seus autores, onze. Esse agrupamento pode ser visto no Quadro 2. Realizamos uma síntese de cada um desses grupos, sendo que naqueles onde houvesse dissertações ou teses (oito dos onze), o fio condutor foi justamente esses tipos de trabalhos. Optamos pelo uso de tais sínteses para apresentar as pesquisas coletadas.

Para a análise dos trabalhos, fizemos a leitura das síntese dos mesmos focando-nos nos principais resultados obtidos. O nosso objetivo com tal escolha foi o de buscar os resultados já obtidos, estabelecer relações entre eles e por meio dessas tentar caracterizar caminhos ainda não percorridos. As sínteses que realizamos, assim, não nos serviram apenas para apresentar as pesquisas coletadas, mas também para nos auxiliar no processo de análise, pois acreditamos que ao se re-elaborar o pensamento de um autor consegue-se ter mais clareza sobre os conteúdos tratados por ele o que, inevitavelmente nos auxiliou em nossos objetivos.

Conforme adiantamos na introdução desta seção, apresentamos nossa análise em duas etapas. Na primeira delas, que está no *Capítulo 4*, são caracterizados resultados essencialmente quantitativos, como, por exemplo, quantidade de trabalhos publicados num dado período, porcentual de trabalhos por titulação do primeiro autor, distribuição dos trabalhos por fonte de dados etc. Na segunda etapa, que está no *Capítulo 5*, procuramos marcar as principais tendências nos resultados dos trabalhos, fazer conexões entre eles e apontar direções que emergissem naturalmente dessas, para isso, apresentamos quinze pontos que chamamos de *pontos críticos* ou ainda *questões críticas*.

Quadro 2 – Pesquisas resultantes do nosso processo de mapeamento e seus grupos.

Grupos	Autores/Pesquisas
O Ensino de Cálculo e Análise na USP	SILVA, L. R. R.. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo**. 2006. 233f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2006.
O Rigor e a Intuição no Ensino de Cálculo e Análise	REIS, F. S. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise**: A Visão de Professores-Pesquisadores e Autores de Livros Didáticos. 2001. 302f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2001.
	*REIS, F. S.. Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise. In: FROTA, Maria Clara Rezende; NASSER, Lilian. **Educação Matemática no Ensino Superior:** Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 5, p. 81-97.
	REIS, F. S.. Discutindo Algumas Relações entre a História e o Ensino de Análise Matemática: da Aritmetização da Análise para a Sala de Aula do Ensino Superior. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Brasília. **Anais... .** Brasília: SBEM, 2009. p. 1 - 11.
A Disciplina de Análise e a Formação de Professores	BOLOGNEZI, R. A. L.. **A Disciplina de Análise Matemática na Formação de Professores de Matemática para o Ensino Médio.** 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
Um Tratamento para os Números Reais	PASQUINI, R. C. G.. Professores de Matemática e suas Percepções sobre um Tratamento para os Números Reais, Via Medição, em Cursos de Formação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2006, Águas de Lindóia. **Anais... .** Águas de Lindóia: SBEM, 2006. p. 1-14.
	PASQUINI, R. C. G.. **Um Tratamento para os Números Reais via Medição de Segmentos:** Uma Proposta, Uma Investigação. 2007. 209 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2007.
Omar Catunda e a Modernização da Análise	LIMA, E. B.. **Dos Infinitésimos aos Limites**: A Contribuição de Omar Catunda para a Modernização da Análise Matemática no Brasil. 2006, 145f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA, Salvador, 2006.
	LIMA, E. B.; DIAS, A. L. M.. A Análise Matemática no Ensino Universitário Brasileiro: a Contribuição de Omar Catunda. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 23, n. 35, p.453-476, abr. 2010.
Um Contexto para uma Educação Matemática	BATARCE, M. S.. **Um Contexto Histórico para Análise Matemática para uma Educação Matemática**. 2003. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2003.
Por que Análise Real na Licenciatura?	MOREIRA, P. C.; CURY, H. N.; VIANNA, C. R. Por que análise real na licenciatura? **Zetetiké**, Campinas, n.23, p.11-42, jun. 2005.

A Disciplina de Análise e o Cálculo	SOUZA, L. G. S.. **Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que já Cursaram Uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Alguns Conceitos Matemáticos Básicos**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, UEL, Londrina, 2003.
	SOUZA, L. G. S.; BURIASCO, R. L. C.. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que Já Cursaram uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Questões Consideradas Essenciais para um Bom Desempenho na Disciplina de Análise Real? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos. **Anais... .** Santos: SBEM, 2003. P. 1-22.
	SOUZA, L. G. S.; FATORI, L. H.; BURIASCO, R. L. C.. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática Lidam com Alguns Conceitos Básicos do Cálculo I. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 24, n. 24, p. 57-78, 2005.
Análise Matemática e Afetividade	BORTOLOTI, R. D. M.. **Emoções que Emergem da Prática Avaliativa em Matemática**. 2003. 142f. Dissertação (Mestrado) –UFES, Vitória, 2003.
	BORTOLOTI, R. D. M.. O Comportamento Emocional e a Avaliação da Disciplina Análise Real: Tecendo Algumas Considerações. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** . Águas de Lindóia: SBEM, 2006. p. 1-14.
	*BORTOLOTI, R. D. M.. Afeto e cognição no contexto da disciplina de Análise real no curso de matemática. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L.. **Educação Matemática no Ensino Superior:** Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 5, p. 81-97.
Transição do Cálculo para a Análise	*PINTO, M. M. F.. Discutindo a Transição dos Cálculos para a Análise Real. In: LAUDARES, J. B.; LACHINI, J.. **A Prática Educativa sob o Olhar de Professores de Cálculo.** Belo Horizonte: Fumarc, 2001. p. 123-145.
	PINTO, M. M. F.. Entendendo Análise Real. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 2001, Serra Negra. **Anais...** . Serra Negra: SBEM, 2001.
	*PINTO, M. M. F.. Re-visitando uma Teoria: O Desenvolvimento Matemático de Estudantes em um Primeiro Curso de Análise Real. In: FROTA, Maria Clara Rezende; NASSER, Lilian. **Educação Matemática no Ensino Superior:** Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 2, p. 27-42.
O Ensino do Cálculo e da Análise	ÁVILA, G.. O Ensino do Cálculo e da Análise. **Revista Matemática Universitária**, São Paulo, n.33, p. 83-95, dezembro de 2002.

* esses trabalhos não foram encontrados a partir do nosso processo de mapeamento.

O nosso modo de olhar as questões levantadas no parágrafo anterior, ou seja, o modo como conduzimos a nossa análise dos resultados e, em particular, o modo como tratamos as nossas chamadas *questões críticas*, foi fundamentalmente crítico, em certo sentido às

maneiras como Ernest, Greer e Sriraman (2009)[35] definem esse termo para utilizá-lo dentro do contexto da chamada *Educação Matemática Crítica*:

> The Word "critical" in the title of this collection has several meanings. One meaning, as applied to a situation or problem, is "at a point of crisis". A second meaning is "expressing adverse or disapproving comments or judgments". A third is related to the verb "to critique", meaning "to analyse the merits and faults of". All are contemporarily relevant to mathematics education[36]. (p. ix)

Em alguns momentos trazemos as direções que julgamos pertinentes, em outros, porém, deixamos as questões em aberto, seja por que não consideramos ter respaldo suficiente para respondê-las, seja por serem em si perguntas para as quais não caberiam respostas nos contextos nas quais estão inseridas.

Esperamos, assim, que nossos procedimentos metodológicos tenham sido satisfatoriamente descritos neste capítulo.

[35] ERNEST, P.; GREER, B.; SRIRAMAN, B. (Org.). **Critical Issues in Mathematics Education.** Charlotte: Information Age Publishing, 2009.

[36] A palavra "crítica" no título dessa obra possui diversos significados. Um deles pode ser aplicado a situações de problema, equivale a "um ponto de crise". Um segundo significado pode ser "expressar comentários negativos ou desaprovar sentenças". O terceiro está relacionado com o verbo "criticar", que significa "analisar os méritos e deméritos". Todos são relevantes para a Educação Matemática.

CAPÍTULO 3

APRESENTAÇÃO DAS PESQUISAS

Nesse capítulo trazemos sínteses dos vinte e um trabalhos que analisaremos nos capítulos seguintes, sendo que dezessete deles são resultantes do nosso processo de mapeamento. Criamos onze grupos para descrever todos eles e conforme já explicitamos em capítulos anteriores, nossas sínteses são propositadamente prolixas para que o leitor tenha maiores oportunidades de refletir sobre os resultados trazidos.

O ENSINO DE CÁLCULO E ANÁLISE NA USP

O trabalho de Silva[37] (2006), *Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo*, é uma dissertação de mestrado defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PGEM) da UNESP. Sua pesquisa foca-se numa apresentação da trajetória da carreira do professor citado em seu título e busca verificar se as notas de aula elaboradas por ele podem ser consideradas como uma contribuição ao ensino e divulgação da Análise Matemática no Brasil. Além disso, Silva exibe e analisa brevemente alguns programas de cálculo e de análise da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP e da Escola Politécnica (EP) dessa mesma universidade. A pesquisa é inteiramente documental, tendo por base ementas, grades, fichas funcionais, anuários e outros documentos relevantes.

[37] Luiz Roberto Rosa Silva é graduado em Licenciatura em Matemática pela PUC de Campinas e mestre em Educação Matemática pela UNESP. Atualmente é professor do COTUCA, que é vinculado à UNICAMP.

Monteiro de Camargo nasceu em 1900 num município da comarca de Campinas. Recebeu instruções primárias em sua própria casa e as secundárias no Ginásio de Campinas. Ingressou na Escola Politécnica em 1918 no curso de engenharia elétrica, cuja forte carga de disciplinas matemáticas permitiria seu prosseguimento nessa área. Antes disso, porém, realizou estágios na Europa, onde atuou como engenheiro em diversos países e também freqüentou cursos livres. Sua carreira como professor se inicia em 1928, quando entrou como substituto na Seção de Matemática da EP. Ocupa tal posição até 1938, quando é nomeado professor catedrático em cumprimento ao resultado do concurso de 1933 que gerou o chamado *Caso da Escola Politécnica*[38].

Após seu ingresso na USP como catedrático, Camargo exerceu diversas funções administrativas; suas atividades de ensino incluíram as cadeiras de *Cálculo Diferencial e Integral*, *Cálculo Vetorial*, *Geometria Analítica* e *Mecânica Celeste*. Escreveu diversos livros como *Cálculo Vetorial*; *Curso de Análise da Escola Politécnica de São Paulo* e o *Curso de Matemática Superior para a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo*. Além disso, elaborou apostilas e notas de aula, sendo que uma delas é a que Silva analisa. Não são apresentados fatos contundentes sobre a atuação de Camargo na pesquisa, a não ser a menção de publicações suas em periódicos e a participação em sociedades científicas.

As notas de aula de Camargo que são analisadas por Silva possuem datas que variam de 1958 a 1960. Foram elaboradas para os cursos de cálculo diferencial e integral e cálculo vetorial das engenharias da EP. Entretanto, a abordagem utilizada aproximava tais notas do que entendemos hoje por análise, utilizando também de conceitos de teoria dos conjuntos, topologia e álgebra estrutural. Camargo dá um desenvolvimento objetivo ao seu material, utiliza simbologias próprias da matemática e encadeia suas idéias por meio de definições, axiomas, teoremas e corolários, tudo meticulosamente indexado e com pouco discurso verbal explicativo. Nesse ponto, Silva estabelece comparações com as notas contemporâneas de Omar Catunda que possuíam uma abordagem diferente, com mais diálogos, e traziam uma construção da análise de forma paulatina e didática.

Estruturalmente, as notas de Camargo estão divididas em sete livros. Os dois primeiros, agrupados sob o título geral *Funções de uma Variável Real*, recebem maior atenção de Silva. O pesquisador fez tal escolha por acreditar que esses livros têm um tratamento mais próximo da análise matemática, embora os demais também não fujam muito disso. O primeiro livro, *Introdução e Fundamentos*, é uma espécie de preparação para a introdução e

[38] Esse caso gerou uma briga judicial entre Omar Catunda, segundo colocado, e a Escola Politécnica.

desenvolvimento do cálculo. Silva destaca a opção de Camargo por construir os reais, ao invés de tratá-los como corpo ordenado completo. No segundo livro, *Função Real*, é destacada a opção por trabalhar primeiramente com o conceito de integral para depois introduzir derivada. Segundo Silva, a partir desse ponto, Camargo caminha para um caráter algorítmico, fazendo assim, novamente o processo inverso do habitual.

Finalmente, um último ponto que gostaríamos de apresentar da pesquisa de Silva é o breve panorama que o pesquisador traz de algumas grades curriculares e ementas de disciplinas de *Cálculo Diferencial e Integral* da EP da USP, de 1894 a 1960; de *Análise Matemática* e *Cálculo Diferencial e Integral* da FFCL da USP, de 1934 a 1970.

O ensino de cálculo na EP, até a década de trinta, era voltado para aplicações nas áreas técnicas com desenvolvimento algorítmico semelhante aos dos atuais cursos homônimos. Essa abordagem começa a mudar com a entrada de Camargo, que já mostrava preocupação com o conteúdo desenvolvido. Seguindo essa tendência, em 1954 a ementa oficial da disciplina mostra uma grande aproximação dos conteúdos com a análise matemática e também uma preocupação com a apresentação de conceitos topológicos, o que antes não ocorria. Essa mudança de abordagem, que permanece até pelo menos a década de sessenta naquela instituição, está de acordo com a maneira como Camargo desenvolve os conteúdos da disciplina em suas notas de aula que Silva analisou.

Já na FFCL, na década de trinta, as disciplinas de análise matemática realmente tratavam de conceitos da Análise, entretanto, esse quadro gradativamente muda, aproximando-as cada vez mais do que hoje entendemos por disciplinas de cálculo, num movimento contrário ao do que aconteceu na EP. Para Silva, a abordagem rigorosa teve forte influência de Fantappiè, que lecionou as disciplinas nos primeiros anos do curso. Quando assume as cadeiras o seu assistente, Omar Catunda, os conteúdos passam a ser apresentados inicialmente de uma maneira intuitivo-geométrica para depois serem tratados com maior rigor, o inverso do que fazia Camargo. Posteriormente as disciplinas de análise alteram sua denominação para *Cálculo Diferencial e Integral*, confirmando o processo de algoritmização e em meados da década de sessenta, ocorre um direcionamento para a separação total desses tratamentos dados os conteúdos. Para Silva, essa é a linha indicativa da especialização do ensino da matemática na FFCL que foi seguido depois pelo IME, onde já aparecem separadas as disciplinas de cálculo e de análise.

O RIGOR E A INTUIÇÃO NO ENSINO DE CÁLCULO E DE ANÁLISE

A Tensão entre o Rigor e a Intuição no Ensino de Cálculo e Análise é o título da tese de doutorado de Reis (2001)[39] defendida no programa de Pós-Graduação em Educação da UNICAMP. Nesse trabalho, é discutida a tensão de que fala o título da tese por meio de uma análise de manuais didáticos e de entrevistas semi-estruturadas com autores de livros de cálculo e de análise. Além disso, são apresentados estudos sobre questões relacionadas com o ensino-aprendizagem dessas disciplinas, bem como sobre o desenvolvimento histórico do Cálculo e da Análise e seus reflexos no ensino dessas áreas.

A revisão bibliográfica de Reis sobre o ensino de cálculo e de análise está centrada em quatro grupos de trabalhos: os que estão sob o aporte teórico do *Modelo dos Campos Semânticos*; os do Professor Roberto Baldino; os apresentados no 8º *International Congress on Mathematical Education* (ICME); e os realizados dentro da linha do *pensamento matemático avançado* (*Advanced Mathematical Thinking*).

Sobre o primeiro grupo, Reis destaca duas vertentes principais de caracterização do pensamento diferencial que dialogam com os objetivos da sua tese: o *pensamento intuitivo*, presente na busca pela produção de significados, e o *pensamento rigoroso*, presente na busca por justificações de crenças e afirmações.

Nenhum dos trabalhos apresentados no ICME dialoga diretamente com os objetivos de Reis, entretanto, a pequena quantidade referente ao ensino de cálculo e de análise, cerca de trinta, mostra que questões relativas a essas duas disciplinas são pouco tratadas e estudadas de um modo geral, visto que o ICME é um dos maiores eventos internacionais de educação matemática. Considerando-se apenas questões relativas ao ensino de análise, os resultados são ainda mais restritos. Reis ressalta que mesmo em periódicos particularmente voltados para pesquisas sobre a história e o ensino do cálculo, são pouquíssimos os artigos voltados especificamente para a análise matemática.

Com respeito as idéias do grupo do *pensamento matemático avançado*, Reis frisa que a maior interlocução que encontrou entre tais trabalhos e sua pesquisa ocorreu na constatação de que a transição do pensamento matemático elementar para o avançado não deve vir necessariamente acompanhado de uma transição do pensamento intuitivo para o rigoroso. Os pesquisadores dessa linha defendem, por exemplo, que atividades intuitivas devam preceder

[39] Frederico da Silva Reis é graduado em Matemática pela UFES, mestre em Matemática pela UFRJ e doutor em Educação pela UNICAMP. Atualmente é professor associado na UFOP.

outras com definições e provas formais. Tall (1985)[40] apontou que as imagens conceituais dos estudantes referentes principalmente a números reais e limites, bem como o uso de definições em provas matemáticas, são dois dos grandes obstáculos para o aprendizado da análise. Já o trabalho de Pinto e Gray (1998)[41] mostra que de um grupo de vinte estudantes, apenas dois parecem adquirir uma compreensão formal dos conteúdos da análise, a maioria decora definições e teoremas sem compreendê-los ou utilizam imagens conceituais inadequadas. Para esses pesquisadores, o ensino de análise para não-especialistas deve ser questionado.

Os trabalhos de Baldino (1994[42], 1995[43], 1997[44]), Baldino e Cabral (1997)[45] e Baldino *et al.* (1997)[46], contestam a postura de se manter o limite como conceito central do ensino do cálculo e da análise e apontam os infinitésimos como alternativa mais coerente. Outro ponto destacado é a circularidade na definição de números reais que reforça a crença de uma noção abstrata *a priori* de número. Baldino discute também os erros apresentados pelos alunos no cálculo de integrais indefinidas; o resultado é preocupante: a maioria deles são cometidos em função de dificuldades de manipulação algébrica elementar. Um último ponto é a chamada *farsa do ensino de cálculo*: o ensino dessa disciplina ignoraria as dificuldades existentes, usaria como desculpa malabarismos algébricos e memorização de rotinas para reter alunos, e ao final da disciplina é feita qualquer falcatrua para que não sejam reprovados mais alunos que o considerado aceitável. Para Reis, a grande contribuição dos trabalhos de Baldino para o seu vêm da crítica que é feita ao excesso de rigor com que são tratados conceitos de limite, continuidade, derivada e integral; à escassa exploração da aplicabilidade.

Reis volta a tratar da questão dos infinitésimos ao trazer um breve relato do estabelecimento dos fundamentos do Cálculo, dos primeiros processos de tentativa de rigorização desse campo da Matemática ao movimento de aritmetização da Análise. Newton e Leibniz são considerados os pais do Cálculo, mas inconsistências em suas teorias fundamentadas nos infinitésimos, cuja base maior era a geometria, fizeram com que se

---

[40] TALL, D. O. (1985). *Cognitive difficulties in learning Analysis*. Mathematical Association Committee on University Mathematics Teaching. University of Warwick – England.

[41] PINTO, M. M. F.; GRAY, E. M. (1998). *Difficulties teaching Mathematical Analysis to non-specialists.* Encontro do PME – Recife.

[42] BALDINO, R. R. (1994). *Assimilação Solidária onze anos depois*. Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática. UNESP – Rio Claro.

[43] BALDINO, R. R. (1995). *Cálculo Infinitesimal: passado ou futuro?* Temas & Debates, 8(6) 6-21.

[44] BALDINO, R. R. (1997). *A Ética de uma definição circular de número real*. Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática – Rio Claro.

[45] BALDINO, R. R.; CABRAL, T. C. B. (1997). *Erro do significado ou significado do erro?* I Simpósio de Educação e Ensino. UNESP – São José do Rio Preto.

[46] BALDINO, R. R. et al. (1995). *Do coeficiente angular da reta ao conceito de Diferencial: crítica ao ensino atual e proposta alternativa*. V Encontro Nacional de Educação Matemática – SBEM, Aracaju.

procurasse uma alternativa para se constituir a Análise: os números. Antes de ter tornado rigoroso também esse conceito, Cauchy já havia desenvolvido trabalhos consistentes sobre limites, que substituíam os infinitésimos como essência de conceitos como continuidade, derivada e integral. Como o limite de Cauchy foi construído sobre uma noção intuitiva de números reais, o passo seguinte foi, assim, estabelecer uma noção rigorosa desse ente.

Esse movimento teve repercussões no ensino da análise e do cálculo. Até que prevalecesse a noção de Cauchy, por muitos anos o cálculo foi ensinado tanto com a abordagem dos limites, quanto com a dos infinitésimos. O refinamento dado por Weierstrass também exerceu influência: limites são definidos, em geral, pelo famoso par $\varepsilon - \delta$. Nesse ponto, Reis destaca uma palestra de Grattan-Guiness, na qual esse pesquisador comenta a ordem com que os conceitos do Cálculo se desenvolveram (integral, derivada, limites, números reais) e como no ensino ela é invertida. Os motivos são dois: o papel preponderante dos limites e a influência da aritmetização da Análise.

Para Reis, os obstáculos de aprendizagem existentes no conceito de limite estão ligados à forma dicotômica por meio da qual ele é tratado: sua noção intuitiva é utilizada para o cálculo e aplicações e a definição por meio do par $\varepsilon - \delta$ é útil nas demonstrações. Com relação ao ensino da análise, Reis destaca que segundo o matemático Pierpont (1899)[47], a partir do movimento de aritmetização da Análise, tudo que pudesse ser provado, deveria ser provado. Reis acredita que essa idéia sintetiza muito bem como essas transformações repercutiram nas questões relativas ao rigor e intuição, notadamente no ensino.

Mas, o que há de intuitivo no ensino de cálculo? Reis apresenta cinco categorias de intuição propostas por Perminov (1988)[48]. Vemos um exemplo de *intuição empírica* quando infere-se, dadas as definições iniciais e exemplos, que a derivada de x^n é nx^{n-1}. A noção de que o limite da soma de duas funções é igual à soma do limite das funções vem da *intuição objetiva*. A *intuição lógica* se mostra em casos em que se conclui logicamente que se toda função derivável num dado ponto é contínua nele, então, se uma função não é contínua num certo ponto, não poderá ser derivável nele. A "demonstração" do Teorema do Valor Médio através de um gráfico exemplifica a *intuição categórica*. Por fim, a compreensão da derivada como uma taxa de variação aplicada aos conceitos da física, é um exemplo de *intuição conceitual.* Reis afirma que a intuição está sempre presente no processo de produção do

[47] PIERPONT, J. (1899). *On the Arithmetization of Mathematics*. Bulletin of the American Mathematical Society, 394-406.
[48] PERMINOV, V. Y. (1988). *On the realiability of mathematical proofs*. Revue Internationale de Philosophie, 42 (167) 500-508.

conhecimento matemático que, numa fase seguinte, será aperfeiçoado e tornado mais rigoroso. Sendo assim, conclui que a intuição deve obrigatoriamente estar presente no processo de ensino e aprendizagem tanto do cálculo como da análise.

Então, o que há de rigoroso no ensino de análise? Para responder a essa questão, Reis apresenta a crítica de Lakoff e Núñez (1997)[49] à definição rigorosa de continuidade, que nada mais é que uma metáfora, já que apenas caracteriza uma correspondência entre dois elementos, ε *e* δ, não contemplando a essência de continuidade de uma função concebida por Euler em termos do movimento livre de uma mão através do plano. Além disso, a definição formal considera a linha de um gráfico como um conjunto de pontos, e, desse modo, explicita uma visão discreta e não-holística. Reis considera essas observações extremamente relevantes do ponto de vista pedagógico, já que através delas são questionadas as vantagens que esse rigor traz para o ensino. Considerando-se toda a problemática e que o máximo de rigor é obtido quando se chega ao último ponto possível de se chegar, Reis indaga: o que significa se pautar pelo rigor no ensino de análise? O que deve ser levado em conta é que o rigor se dá em níveis e os professores devem avaliar qual é o conveniente em cada situação, sem que se perca, no entanto, o sentido e a real compreensão das idéias matemáticas. Dessa forma, para Reis é inadmissível pautar o ensino do cálculo somente na intuição e o da análise no rigor.

O excesso de rigor existente nos cursos de análise teria relação com os professores que a ministram? Reis, citando Vasconcelos (1996)[50], diz que na maioria dos cursos, os professores que ministram as chamadas disciplinas específicas são bacharéis, mestres e doutores em matemática. Para Vasconcelos, o exercício do magistério requer um aprendizado específico da profissão que os professores universitários não tem. Vasconcelos, então, questiona se muitos dos problemas da educação universitária brasileira não teriam relação com essa falta de *saber pedagógico* por parte de seus docentes. Para Reis, os professores universitários reproduzem em suas aulas a sua formação técnico-formal que também será reproduzida depois pelos professores formados por esses. Esse tipo de postura é estimulada institucionalmente: o trabalho docente é secundário frente a formação como pesquisador.

A tensão entre o rigor e a intuição e as tendências e problemáticas envolvendo o ensino do cálculo e da análise perpassam os chamados currículos públicos dessas disciplinas e os materiais didáticos utilizados. Partindo disso, Reis analisa alguns dos principais livros

[49] LAKOFF, G.; NÚÑEZ, R. E. (1997). *The metaphorical structure of Mathematics: sketching out cognitive foudations for a mind-based Mathematics*. L. D. English (Ed.). Mathematical Reasoning: Analogies, Metaphors and Images, Capítulo 2, 21-89. Mahwah, NJ: Lawrence Erbaum Associates Publishers.
[50] VASCONCELOS, M. L. M. C. (1996). *A Formação do Professor de Terceiro Grau*. São Paulo: Pioneira.

adotados como bibliografia, com destaque para a obra do Prof. Ávila. A análise é pautada nos conceitos de limite e continuidade. Foram selecionados os livros de cálculo de Leithold, Swokowski, Flemming e Gonçalves, Edwards e Penney. Os livros de Ávila foram: *Cálculo I*; *Introdução ao Cálculo*; *Introdução às Funções e à Derivada* e *Introdução à Análise Matemática*. Por fim, Reis olhou os livros de análise de Rudin, Figueiredo, Lima e Caraça.

Sobre o livro de Leithold, Reis diz que os conceitos de limite e continuidade são inicialmente tratados sob um ponto de vista intuitivo e depois definidos em termos do par $\varepsilon - \delta$, que é amplamente utilizado na demonstração de teoremas. Reis critica o excesso de demonstrações deixadas como exercício e a concepção do autor de que essa postura serve de motivação para que o aluno perceba se tem bons domínios das seções precedentes. Para ele, o livro de Leithold tem uma grande preocupação com o conhecimento procedimental que vem sob um disfarce de conhecimento conceitual.

Swokowski também aborda limites e continuidade primeiramente sob um viés intuitivo (Reis destaca os apelos à *intuição categórica* e *conceitual*), porém, ao contrário de Leithold, traz uma bagagem de exercícios mais coerente com a postura da obra. Reis questiona se a preferência que os alunos costumam ter por esse livro não seria decorrente da impressão que eles têm de terem aprendido o conteúdo ao conseguirem resolver os exercícios. Questiona ainda se essa visão não é semelhante a dos professores e autores de livros, que acabam por valorizar o procedimental ante o conceitual.

O livro de Fleming e Gonçalves possui linguagem clara e acessível. Como os demais, explora limites e continuidade inicialmente sob um viés intuitivo. Entretanto, as autoras dão um tratamento excessivamente amplo e completo a esses pontos, com uma abordagem relativamente rigorosa, especialmente nas preposições e propriedades iniciais. Com isso, os alunos passam a considerar o assunto "impossível de ser entendido" e acabam se focando no cálculo dos limites, o que caracterizaria um perigoso caminho rumo ao procedimental.

O destaque dado por Reis ao livro de Edwards e Penney, que o diferencia dos demais, é o fato da obra apresentar a derivada antes do conceito de limite através de problemas de tangentes. Reis considera tal livro inovador não só por isso, mas também por conta dos projetos suplementares que apresenta, e da sua abordagem exploratória e problematizadora dos conteúdos, muitas vezes sugerindo o uso de novas tecnologias.

Os livros de cálculo de Ávila possuem particularidades. O seu *Cálculo I*, ao contrário do demais já citados, não define o conceito de limites através do par $\varepsilon - \delta$, a idéia aparece através de problemas com reta tangente e a exposição é breve e concisa (como também é a de

continuidade). Reis considera tal tratamento comparativamente mais adequado. Para Ávila: "o Cálculo deve ser apresentado com um mínimo de formalismo, com apelo à intuição e aos problemas da Física e Geometria". *Introdução ao Cálculo* é uma versão simplificada do *Cálculo* I e assim como Edwards e Penney, traz uma exposição inicial de derivada antes de introduzir limites e continuidade e é destinado a alunos que ingressam no ensino superior com deficiências em matemática. Por fim, o *Introdução às Funções e às Derivadas* é um dos raros livros que se dedicam ao ensino de derivada no ensino médio. Ávila acredita que a derivada lança luz sobre o conceito de função e torna conceitos da física mais claros e fáceis.

O livro de análise de Ávila traz limites e continuidade na seqüência habitual, com a utilização de noções e notações topológicas. Reis destaca as notas complementares ao fim de cada capítulo. Apesar de ver isso como um avanço, reitera que essa posição de colocar os aspectos mais procedimentais (parte inicial) separados dos histórico-conceituais (notas) retrata uma certa concepção dicotômica. Já Rudin primeiro define limites e continuidade em termos de espaços métricos para depois reformulá-la em termos de sucessões. O livro é escasso em figuras e gráficos, não apresenta notas históricas e mostra uma preocupação em apresentar uma análise "aritmetizada". A apresentação dos conteúdos, de modo geral, é formal e rigorosa.

Como em Rudin, no livro de Figueiredo há escassez de gráficos ou figuras, entretanto, como em Ávila, há muitas notas históricas, nesse caso dispostas ao longo do texto. Limites e continuidade são apresentados através de limites laterais que utilizam conceitos de convergência de sucessões numéricas. Figueiredo justifica suas escolhas, o que mostra uma preocupação com a formação de um leitor crítico e reflexivo, características essas, acredita Reis, essenciais para todo professor. A definição de limite com o par $\varepsilon - \delta$ também é trazida, entretanto, sob a forma de teorema, o que parece demonstrar uma valorização dos aspectos conceituais ante os procedimentais. Figueiredo, em seu prefácio, diz adotar o rigor que a Análise ganhou no decorrer do século XX. Reis diz que, embora tal rigor tenha importância inquestionável, não se pode dizer o mesmo sobre um ensino pautado nele, sobretudo para o professor de matemática. Já a questão da transição das disciplinas de cálculo para as de análise é notada na preocupação do autor em apresentar em seu texto uma continuação natural dos cursos de cálculo. De um modo geral, o texto de Figueiredo é mais narrativo e discursivo, apresenta muitos conceitos e aplicações, o que o distancia da abordagem de Rudin.

O texto de Lima, por sua vez, com sua ausência total de referências históricas e grandes preocupações com a estrutura lógica, parece, segundo Reis, deixá-lo próximo de certo

modo do livro de Rudin. Limites e continuidade são apresentados de modo tradicional, sempre utilizando noções topológicas, presentes no livro como um todo.

O livro de Caraça, destaca Reis, não é exatamente um livro didático de análise, entretanto, possui alguns elementos muito interessantes como a abordagem dos limites ligada à idéia dos infinitésimos, a preocupação em se apresentar os contextos sócio-históricos nos quais foram desenvolvidos os conceitos e a exploração da dimensão intuitivo-geométrica. Para Reis, a abordagem de Caraça privilegia o conceitual ante o procedimental o que seria fundamental para a formação matemática do professor.

Os resultados da análise que Reis fez das entrevistas com Roberto Baldino, Geraldo Ávila, Djairo de Figueiredo e Elon Lima foram agrupados em duas categorias: os saberes do professor de cálculo e de análise, subdivididos em *específico*, *pedagógico* e *curricular*; e a relação entre o rigor e a intuição no ensino de cálculo e de análise.

Reis destaca dois tipos de saber específico que emergiram da fala dos professores entrevistados: o *histórico* e o *epistemológico*. O primeiro deles refere-se a acontecimentos históricos julgados pelos entrevistados como fundamentais em si e pelas suas relações com o ensino e currículo. O segundo, é relativo à natureza do pensamento diferencial e analítico.

Baldino acredita que o *saber histórico* pode ser utilizado como uma espécie de advertência, visto que ao se conhecer a evolução de um dado conteúdo, pode-se evitar muitos problemas relacionados ao seu ensino, como a questão da *inversão pedagógica*, por exemplo. Já sobre o *saber epistemológico*, Reis relata a dificuldade existente em se discutir e caracterizar os pensamentos *diferencial* e *analítico*: o domínio conceitual dessas duas formas é pouco conhecido ou explorado. O *pensamento diferencial*, na fala de Baldino, é distinguido do algébrico por introduzir a questão da decomposição de grandezas. O *pensamento analítico* se resume em "se supor uma coisa, tomar aquilo como hipótese e fazer a análise daquilo". Um fato que Reis marca sobre esses saberes epistemológicos é a necessidade de não se corresponder o *diferencial* com a *intuição* e o *analítico* com o *rigor*. Baldino frisou que o pensamento analítico está presente na Matemática muito antes do Cálculo ter se tornado rigoroso. O rigor foi necessário para o seu desenvolvimento, mas a identificação desses dois entes não é completa. Ávila também concorda com isso.

O *saber curricular* refere-se aos programas de ensino, não é o saber científico propriamente dito; é esse saber transposto didaticamente. Além dos programas, engloba também os materiais instrucionais relacionados a eles. Dois saberes curriculares referentes ao

ensino de cálculo e de análise emergiram das entrevistas: um relativo aos programas das disciplinas e o outro relativo aos materiais didáticos usados nelas.

Baldino destaca a confusão existente entre os programas de cálculo e de análise, mui nítida nos cursos onde a abordagem formalista é preponderante. Essa visão estaria ligada à supervalorização da dimensão procedimental; vista como a única capaz de garantir a validade lógica das preposições. Ávila também acredita que as disciplinas de cálculo não devam ser como disciplinas de análise; esta deve dar um tratamento rigoroso às idéias e conceitos daquela. Entretanto, essa separação é só didática: cálculo é análise. Essa visão também é a de Lima. Djairo, por outro lado, acredita que o ensino de análise não precisa ser marcadamente rigoroso: nem tudo nesse curso precisa ser demonstrado, é melhor omitir uma demonstração muito elaborada do que fazê-la de modo acochambrado. Nesse ponto Reis destaca que a primazia das demonstrações é uma característica sintomática do ensino dito rigoroso.

Sobre o conhecer, avaliar e escolher materiais didáticos, para Djairo, os livros de cálculo de Ávila são boas alternativas aos estadunidenses, quanto aos de análise, ele indica o seu próprio livro. Elon critica o livro de cálculo de Johnson e Kiokemeister pelo seu excesso de formalismo. Ávila também faz críticas a essa obra e ressalta que uma mudança de direção no ensino de cálculo só ocorreu após a adoção de Serge Lang, que deixou o rigor para os cursos de análise. O livro de cálculo de Spivak é considerado por Ávila e Baldino uma boa referência para um curso de análise. Baldino também indica os livros de Elon e os de Laurent Schartz; com relação ao Cálculo, Swokowski e Leithold.

No que concerne o conhecimento pedagógico, que é aquele que "diz respeito às diferentes formas de representar e explorar os conteúdos de modo a torná-los compreensíveis e significativos para os alunos", o tema que se sobressaiu nas entrevistas foi a abordagem didático-pedagógica dada às aplicações da matemática. Baldino, Djairo e Ávila destacaram o papel motivador das aplicações no cálculo, campo muito fértil para trabalhar com esse aspecto. Para Ávila, a física é uma boa geradora de exemplos, tanto que o ensino de cálculo e o ensino de física deveriam caminhar juntos. Baldino relata que estudantes de matemática, em geral, não se interessam por aplicações. Elon foi o único a trazer uma tônica diferente. Para ele, o ensino da matemática deve se apoiar num tripé: conceituação, manipulação e aplicações. No caso do cálculo, o nível de conceituação deve ser o mesmo dado à análise, entretanto a ênfase com relação aos outros dois pontos do tripé deve ser diferente: maior conceituação somente na análise. As aplicações devem ocorrer não somente dentro de outras áreas, mas também dentro da própria matemática. O aspecto manipulativo é visto por Elon

como muito importante para a formação de um matemático ou de qualquer profissional que utilizará a matemática. Entretanto, os três aspectos devem estar juntos, com determinados equilíbrios e ênfases dependendo do conteúdo e do nível de ensino.

Reis procura levantar ainda uma visão geral sobre o ensino de cálculo e de análise de cada um dos depoentes. Baldino apresenta a já relatada *farsa do ensino de cálculo.* Para ele existe uma grande diferença entre o que se ensina e o que o aluno aprende. O real compromisso da universidade é com seu próprio funcionamento. Para Ávila, o professor de cálculo deve se comportar como um *colega mais velho* o que, para Reis, parece uma postura teoricamente fácil e pedagogicamente correta. Entretanto, na prática a relação professor-aluno é completamente diferente e não deixa espaço para uma tentativa de crescimento conjunto. Elon e Djairo se assemelham, na visão de Reis, por apresentarem uma preocupação ética na prática pedagógica. Para Djairo, no cálculo e na análise, muitas vezes é necessário que se "queime algumas etapas" para que se chegue rapidamente nos tópicos considerados essenciais, mas, para isso, é necessária uma atitude honesta perante o aluno. Para Elon, o professor deve se preocupar em ter uma atitude equilibrada de modo a se em algum momento optar por não dizer *toda* uma verdade, nunca chegue a mentir.

A segunda categoria que emergiu das entrevistas feitas por Reis foi a relação tensional entre o rigor e a intuição no ensino de cálculo e de análise. Para apresentar essa etapa, Reis examina alguns aspectos específicos da prática pedagógica com relação a essa tensão, analisa o impacto da chamada "ortodoxia epsilônica" na abordagem de limites e continuidade no ensino dessas disciplinas e destaca novas perspectivas para o cálculo e para a análise na formação de professores de matemática.

Embora Reis não tenha questionado os entrevistados com relação à maneira como enxergavam questões relativas à intuição e ao rigor, ele diz que foi possível fazer observações indiretas. Baldino questiona a necessidade e validade de se demonstrar resultados que os alunos já aceitaram de antemão por outras vias. Por exemplo, num curso de física não haveria necessidade de se demonstrar que num intervalo onde a derivada de uma função se anula o gráfico da mesma é constante, pois para esse estudante é absolutamente natural interpretar isso em termos de velocidade. Para Baldino, demonstrar, no fundo, é justificar. Elon parece concordar com essa idéia de níveis de rigor. Para ele, apresentar uma demonstração através de um gráfico é algo bastante aceitável. Elon acredita que o professor não deve ir além do que os alunos necessitam; muitas vezes não há necessidade de se demonstrar determinados fatos que

os alunos já entenderam com outras justificativas. Para Reis, o conceito de rigor de Baldino e de Elon não é, assim, absoluto; varia de contexto para contexto.

A existência de diferentes níveis de rigor também é defendida por Djairo, que exemplifica citando o caso de Lefschetz, matemático que enunciou muitos teoremas corretos, mas que não demonstrou nenhum adequadamente. Já Ávila parece ver intuição e rigor de forma dicotômica, mas considera positiva uma abordagem que contemple aspectos intuitivos, pois o rigor muitas vezes deixa nebulosa as idéias do aluno, o que dificulta o aprendizado.

A ortodoxia epsilônica no ensino de limites e continuidade é vista de uma maneira um pouco radical por Baldino que acredita que a questão dos limites deve ser desviada para o curso seguir de forma direta para derivadas, integrais e aplicações. Em certo sentido, Ávila concorda com ele, já que vê o ensino de limites por épsilons e deltas como algo pedagogicamente inalcançável. Entretanto, acredita que tal abordagem não deva ser completamente abolida, podendo ser retomada após o aluno ter adquirido maturidade com os conceitos de derivada. A justificativa que Ávila apresenta é histórica: o desenvolvimento da teoria dos limites só se deu após a concepção da noção de derivada, reta tangente, velocidade instantânea. Elon corrobora com Ávila e Baldino.

Destarte, Reis diz que todos os depoentes mostraram-se insatisfeitos com a abordagem rigorosa dada ao cálculo. Como alternativa, Baldino defende que o *Cálculo Diferencial e Integral* seja substituído pelo *Cálculo Infinitesimal* e a *Análise Matemática* pela *Análise não-Standard*. Já Ávila propõe soluções técnicas; o número de alunos por turma deveria diminuir, a disciplina deveria sempre contar com o auxílio de monitores e o ensino centrado numa metodologia de resolução de problemas. Essa postura é de certo modo a mesma de Djairo, que, no entanto, também considera importante o uso de computadores. Elon defende que as idéias do cálculo sejam significadas através de múltiplos recursos, um exemplo seria a determinação gráfica da raiz de uma função que poderia ser feita utilizando métodos como da bisseção, o da secante e o de Newton.

A questão da importância da disciplina de análise na formação do professor também é tocada em Reis. A partir das entrevistas o autor observa que, por um lado, essa disciplina é vista como fundamental para a formação de professores de matemática, porém, por outro, não há concordância com relação à maneira como deveria ser ensinada de modo a contribuir para essa formação. Para o autor, um curso de análise deveria ser desenvolvido de acordo com as condições intelectuais dos alunos e de seus conhecimentos prévios e ressalta que a abordagem excessivamente rigorosa dessa disciplina deve ser superada.

Em suas *Considerações finais*, Reis torna a tratar de questões já discutidas anteriormente e levanta algumas novas posições, destacamos: 1) o rigor acadêmico dominante no mundo das publicações e apresentações de trabalho não deve ser diretamente transposto para o ensino, deve-se dar ao rigor um tratamento compatível com o contexto de ensino; 2) intuição e rigor são dimensões interdependentes, um não existe sem o outro. Assim sendo, não há ensino de cálculo sem rigor e nem de análise sem intuição; 3) o curso de análise desempenha o papel de desencadeador da autonomia intelectual do futuro professor e deve ser desenvolvido de acordo com as condições intelectuais dos alunos, seus conhecimentos prévios e suas imagens conceituais relacionadas ao conteúdo.

Em *Discutindo Algumas Relações entre a História e o Ensino de Análise Matemática: da Aritmetização da Análise para a Sala de Aula do Ensino Superior*, trabalho publicado nos Anais do IV SIPEM, Reis (2009b) faz algumas considerações relacionadas com o ensino de análise tomando como base parte da história do Cálculo e do processo de aritmetização da Análise. A influência desse último processo para o ensino e a questão do rigor é exemplificada através de Pierpont, conforme também consta na tese de Reis. Em suma, não há resultados outros além daqueles já relatados em Reis (2001).

Em *Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise,* Reis (2009a), em linhas gerais, também discute a tensão entre a intuição e o rigor no ensino de cálculo e de análise mas dessa vez sob um recorte histórico. Esse trabalho é um capítulo do livro *Educação Matemática no Ensino Superior: Pesquisas e Debates*, publicado pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), que é uma coletânea de trabalhos de pesquisadores de várias instituições de ensino brasileiras sobre a educação matemática no ensino superior.

Para Reis (2009a), antes mesmo de se pensar sobre que metodologia deve ser utilizada para o ensino de cálculo, ou que livro-texto adotar, deve-se pensar no papel que a disciplina desempenha na formação matemática do estudante. Além disso, deixa claro sua discordância com relação ao tratamento uniforme que normalmente é dado à disciplina em todos os cursos onde é ministrada, para o pesquisador, as especificidades deveriam ser respeitadas. No caso da licenciatura, a discussão perpassa a do ensino de análise, uma vez que essa disciplina, em geral, trata com mais rigor conteúdos vistos antes no cálculo. A disciplina de análise é obrigatória na maioria dos cursos de licenciatura, entretanto, o excesso de formalismo parece fazer com que os estudantes apenas memorizem os resultados principais muitas vezes já entendidos intuitivamente no cálculo. Para Reis, esse retrato mostra que existe uma relação dialética e não-dicotômica entre a intuição e o rigor no ensino de cálculo e de análise.

Em Reis (2009a) temos ainda um apanhado geral do movimento de aritmetização da Análise, que, conforme também está descrito em Reis (2001), causou mudanças profundas na Matemática como um todo; o rigor experimentado pela nova área passou a ser valorizado e perseguido de modo geral, mas gerou uma inquietação que permanece entre os matemáticos e professores até os dias de hoje: a clareza e a precisão do rigor estão totalmente separados do mundo intuitivo de nossos sentidos? Por essa linha é que Reis busca aprofundar o sentido dos termos intuição e rigor e quais as suas relações com o ensino de cálculo e de análise.

Reis apresenta as cinco categorias de intuição propostas por Perminov com exemplo de cada uma delas no contexto do cálculo, conforme fez em sua tese. Citando esse pesquisador, afirma que a intuição está sempre presente no processo de produção do conhecimento matemático que, numa fase seguinte, será aperfeiçoado e tornado mais rigoroso. Sendo assim, conclui que a intuição deve obrigatoriamente estar presente no processo de ensino e aprendizagem do cálculo e, conseqüentemente, no processo de construção da análise. Nesse ponto, apresenta aquela crítica de Lakoff e Núñez à definição formal de continuidade que leva os estudantes falsamente a acreditar que tal definição constitui o rigor da aritmetização da Análise.

O pesquisador apresenta ainda três metáforas para a tensão existente entre a intuição e o rigor no ensino de cálculo e de análise. A primeira delas, a do pêndulo, é insatisfatória, pois não existem situações de absoluto rigor, nem de absoluta intuição. Além disso, o movimento pendular é natural e tende a se estabilizar num ponto de equilíbrio, o que não acontece com o par intuição/rigor. A metáfora da seta de duas pontas é mais adequada. De um lado o rigor, do outro, a intuição. O professor pode deslocar-se para qualquer dos lados, existe um ponto de equilíbrio, entretanto esse é difícil de ser alcançado. O movimento na direção do rigor denota uma preocupação maior com ações sintático-procedimentais, o movimento da direção da intuição, à produção de sentidos e significados, à formação de conceitos. Por fim, a terceira metáfora considera que a intuição se processa como um movimento de raciocínios plausíveis, o rigor, diferentemente, como um movimento de conceitualização de intuições. Nesse sentido, o rigor é considerado uma variável dependente da intuição, enquanto essa seria independente (dentro do par intuição/rigor). Entretanto, ressalta-se que não existe rigor na ausência de intuição, tampouco a intuição se processa num estado de ausência absoluta de rigor.

Do mesmo modo que em Reis (2009a), também em Reis (2009b), *Discutindo Algumas Relações entre a História e o Ensino de Análise: Da Aritmetização da Análise para a Sala de Aula do Ensino Superior*, trabalho publicado nos anais do IV SIPEM, não há resultados novos

com relação a sua tese, o pesquisador apenas traz algumas novas considerações possivelmente surgidas nesse espaço de tempo de oito anos entre os trabalhos; procuramos trazê-las em nossa descrição de Reis (2009a).

A DISCIPLINA DE ANÁLISE E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Bolognezi (2006)[51] é a autora da dissertação de mestrado *A Disciplina de Análise Matemática na Formação de Professores de Matemática para o Ensino Médio*, defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). O objetivo do trabalho é verificar, através da proposta curricular de um curso de licenciatura e bacharelado em matemática e de entrevistas com alunos desse curso, qual a contribuição da disciplina de análise na formação do professor de matemática.

Para Bolognezi, a formação do professor deve aliar fortemente teoria com prática, pois uma dissociação entre essas duas vertentes traduz-se num ensino solto, com abordagem superficial dos conteúdos que certamente será depois reproduzido pelo professor em sala de aula. Entretanto, a maioria dos cursos de licenciatura em matemática possui um contrato pedagógico inflexível, dando ênfase no programa dos conteúdos e pouca atenção a formação do professor. Para a pesquisadora, uma formação com tais características não atende à expectativa do que se espera de um professor de matemática, qual seja, capacidade de propiciar situações em que seus alunos: possam dominar conceitos fundamentais, tenham oportunidade de comunicar suas idéias matemáticas, sejam capazes de coletar, organizar e analisar informações, resolver problemas e construir argumentações lógicas.

Esse quadro se agrava quando são considerados os cursos que oferecem conjuntamente as disciplinas específicas comuns ao bacharelado e à licenciatura, já que, em geral, não perfazem momentos distintos para cada modalidade, apesar dos objetivos e perfis particulares esperados de cada uma, conforme apontam as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de matemática[52]. Além disso, para Bolognezi, discussões mais amplas referentes à formação do professor pouco ocorrem em cursos que oferecem ambas as modalidades, sendo feitas apenas pelos professores das áreas educacionais.

[51] Rosemeire Aparecida Leal Bolognezi é licenciada em Ciências pela UNIPAR e mestre em Educação pela PUC-PR. Atualmente é professora na Faculdade Alvorada e da Rede Pública do Estado do Paraná.

[52] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Parecer CNE/CES n. 1302/2001, de 06 de Novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05/03/2002.

No contexto apresentado, discute-se a disciplina de análise para licenciandos. Baseada nas diretrizes supracitadas e em Ávila (2001)[53], Bolognezi aponta que nas licenciaturas, essa disciplina deve ter uma abordagem diferenciada, trabalhar com mais tópicos voltados ao ensino, dar maior atenção ao desenvolvimento das idéias e aos aspectos históricos e deve estar focada apenas nos fundamentos, naquilo que será aplicado em outros momentos e que possua relações com outros conteúdos, notadamente aqueles ministrados no ensino médio. Para Bolognezi, é necessário contextualizar o ensino de análise para o futuro professor, pois esse ensina a matemática da maneira como lhe foi ensinada. Não por acaso, várias das frustrações que a pesquisadora percebeu nos relatos dos alunos dos cursos de análise também estão presentes em alunos do ensino médio com relação à matemática a eles ensinada.

A fim de responder a sua pergunta diretriz: "A disciplina de Análise Matemática [...] tem contribuído para uma formação condizente com as necessidades de atuação de um professor para o ensino médio?", Bolognezi aplicou questionários abertos a alunos de uma disciplina de análise, a professores que já a ministraram e a professores de disciplinas pedagógicas. Tanto alunos quanto professores são de um curso de matemática de uma instituição que oferece as modalidades bacharelado e licenciatura. Além desses, também seis professores que atuam no ensino médio foram pesquisados.

O questionário dos alunos continha cinco questões e foi aplicado ao fim de uma das aulas de *Análise Matemática*. Foram coletados dezoito questionários. Já o dos professores continha oito questões e foram coletados quatro questionários. Nada é dito a respeito dos professores do ensino médio. A análise dos resultados foi realizada por meio de um estudo comparativo dentro de uma abordagem qualitativa, a dissertação não apresenta com grande clareza essa metodologia de análise, justificando apenas o seu uso e falando da elaboração de um quadro comparativo entre as cargas horárias, mercado de trabalho e proposta curricular da disciplina de análise matemática para as modalidades bacharelado e licenciatura.

Com relação às respostas dadas pelos dois primeiros grupos, a pesquisadora aponta três problemáticas mais freqüentes: 1) Relação/contribuição da disciplina de análise com as didático-pedagógicas para o curso de licenciatura em matemática; 2) dificuldade de aprendizagem dos conteúdos de análise; 3) necessidade de mudança na aplicação dos conteúdos de análise para licenciatura.

Sobre a primeira problemática, Bolognezi destaca que tanto alunos quanto professores não enxergam com clareza uma possível articulação entre as disciplinas específicas e

[53] AVILA, Geraldo. **Análise Matemática para Licenciatura**. 1ª Ed. São Paulo: SBM, nº 23. 1993.

pedagógicas. Isso denota a falta de conexão existente entre elas; os alunos têm a sensação de estar cursando dois cursos paralelamente. Sobre a segunda, é dito que para os alunos, essas dificuldades são causadas pela alta abstração dos conteúdos de análise, já para os professores, o motivo é diverso: falhas anteriores em conteúdos do cálculo ou mesmo do ensino médio. Bolognezi alerta que já é hora de se superar esse discurso que culpa o ensino anterior.O ponto básico no terceiro ponto parece ser a questão da diferenciação da análise dada para o bacharelado com relação a da licenciatura.

Bolognezi traz algumas considerações sobre a visão dos professores em exercício sobre a disciplina de análise. Não fica claro a maneira como foi feita essa etapa da pesquisa, como foi aplicado o questionário e, inclusive, se existiu um questionário. Relata-se apenas uma pergunta, que versa sobre a contribuição da disciplina de análise para a atuação do professor. A única resposta destacada diz que em nada contribui. Dos seis professores entrevistados, quatro indicaram em suas respostas uma posição semelhante. A aparente opinião divergente dos outros dois não é relatada na pesquisa.

Tomando por base os questionários aplicados aos alunos, Bolognezi elabora quadros comparativos entre as modalidades bacharelado e licenciatura com relação a alguns pontos, dos quais destacamos: relações da disciplina de análise com as modalidades bacharelado e licenciatura, dificuldades encontradas, fatores que contribuem para a dificuldade com a disciplina de análise e sugestões para o ensino dessa disciplina.

Para 55% dos licenciandos, a disciplina de análise não tem relação com a sua modalidade, e para 91%, não traz contribuição para as disciplinas didático-pedagógicas. Para outros 37%, a maior dificuldade encontrada na aprendizagem dessa disciplina é a abstração dos conteúdos, para 18%, a complexidade. Outras dificuldades apontadas foram: conteúdos extensos (8%), falta de atuação conjunta entre os departamentos de educação e matemática (9%), falta de integração entre as disciplinas didático-pedagógicas e a disciplina de análise (9%), lacunas anteriores na formação matemática (9%) e falta de articulação entre a disciplina de análise e os conteúdos do ensino médio (9%). Os fatores que contribuem para as dificuldades anteriormente citadas seriam: conteúdo denso (32%), rigor nas demonstrações (18%), falta de preparo no decorrer do curso (9%), relação desigual entre tempo e conteúdo (9%), e professores preocupados com o conteúdo matemático e não com a formação do professor (32%). Já com relação ao bacharelado, para 80%, a maior dificuldade com a disciplina de análise é a complexidade, e para 20%, a abstração dos conteúdos e para 50% dos bacharelandos, a falta de empenho dos alunos é a causa dessas dificuldades.

Sobre as sugestões para o ensino de análise, para 36% dos licenciandos, é fundamental articular os conteúdos da disciplina com os do ensino médio. Outras sugestões apresentadas foram: adequação do conteúdo ao tempo (9%), tornar explícita a utilidade da disciplina na formação do professor (9%), excluir a disciplina (9%). No caso dos bacharelandos, todos acreditam ser adequada a forma como a disciplina é dada. Bolognezi não faz uma análise comparativa crítica dos dados, apenas apresenta as respostas em quadros.

Para Bolognezi, mesmo nas disciplinas específicas é possível desenvolver um trabalho que envolva a parte educacional, deixando o conteúdo abordado mais claro e prazeroso, mudando a metodologia de trabalho e usando a história dos conceitos das disciplinas, de suas linguagens ou suas aplicações dentro da matemática e fora dela. Entretanto, contemplar tais questões é um desafio para os formadores de professores. Particularmente no tocante da análise, discute-se que essa disciplina é focada na teoria, em conteúdos específicos da matemática, distante da relação educacional. Para Bolognezi, citando Diniz e Smole (2002)[54], a disciplina de análise deveria ser repensada tendo em vista as duas perguntas: que profissional desejamos formar? Em que essa disciplina contribui para essa formação? Ou, ainda, a pergunta mais geral: o que precisa saber um professor de matemática?

Bolognezi conclui que a disciplina de análise, da maneira como vem sendo trabalhada, pouco ou nada contribui para a formação do professor de matemática. O tratamento formalista dado à disciplina é o principal fator que leva ao desinteresse dos alunos, o seu ensino deveria ser contextualizado, aplicado, com metodologia voltada para o ensino, inserindo cada uma de suas partes dentro de um todo e o todo dentro das partes.

UM TRATAMENTO PARA OS NÚMEROS REAIS

Pasquini[55](2007), em sua tese de doutorado defendida pelo PPGEM da UNESP, *Um Tratamento para os Números Reais Via Medição de Segmentos: Uma Proposta, Uma Investigação*, apresenta e discute o livro de Baroni e Nascimento (2005)[56], que contém a chamada *proposta de tratamento dos números reais via medição de segmentos*. A discussão é

[54] DINIZ, Maria Inês de Souza Vieira & SMOLE, Kátia Stocco. Um professor competente para o Ensino Médio proposto pelos PCNEM, **Educação Matemática em Revista**. Rio Claro, ano 9, edição especial, 2002.

[55]Regina Célia Guapo Pasquini é Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), mestre em Matemática pela USP e doutora em Educação Matemática pela UNESP. Atualmente é professora adjunta da UEL.

[56] BARONI, R. L. S.; NASCIMENTO, V. M.. *Um tratamento, via medição, para os números reais*, VI SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

pautada numa revisão bibliográfica a respeito da problemática do ensino e aprendizagem dos números reais, em considerações de fundo histórico, bem como nas observações que a pesquisadora fez de um curso de análise que usou tal proposta para apresentar o conceito de número real e nas entrevistas que fez com seus alunos. Segundo a pesquisadora, o seu interesse está focado nos números reais, pois eles possuem grande relevância na formação do professor, além disso, são um dos conteúdos clássicos de análise e também a essência de seus conceitos básicos. A falta de uma boa compreensão dos números reais seria, assim, uma das razões para a dificuldade encontrada pelos alunos na análise.

Por meio de uma revisão bibliográfica pautada principalmente em seis trabalhos, Pasquini extrai alguns resultados relevantes: 1) mesmo após um curso introdutório de análise, muitos alunos em final de curso desconhecem noções básicas inerentes ao conceito de número real e ainda trazem consigo concepções errôneas sobre esse ente matemático; 2) professores em formação apresentam dificuldades em compreender e definir os conceitos de número racional e irracional; os conceitos de comensurabilidade, incomensurabilidade e a noção de infinito também não são claros para esse grupo; 3) muitos professores possuem precários conhecimentos em história da matemática, desconhecendo a relação existente entre Eudoxo e Dedekind e os números reais e continuidade; 4) muitos professores não vêem importância em se ensinar ou aprender números reais e quando introduzem tais conceitos para seus alunos da Educação Básica, utilizam-se de argumentos circulares: números reais são a junção dos racionais com os irracionais, sendo que irracionais são os números que não são racionais.

A partir desses resultados, Pasquini diz que "a forma como os conceitos de número real e irracional têm sido abordados influi de forma direta para que concepções precárias, limitadas e inconsistentes a respeito desses conceitos estejam presentes na formação do futuro professor". Acredita que não haverá mudança nesse cenário se abordagens como as que tratam os números reais como um corpo ordenado completo continuarem sendo as únicas presentes nos cursos de licenciatura. Na realidade, Pasquini acredita que é extremamente relevante que se resgate conceitos como proporcionalidade, medida e comensurabilidade de segmentos. De um ponto de vista mais geral, o conceito de número real deve ser tratado de forma vinculada ao processo histórico no qual foi estabelecida sua formalização. A pesquisadora lamenta que tais abordagens não estejam presentes nos cursos de formação de professores e que mesmo as disciplinas de história da matemática costumam tratar somente de acontecimentos anteriores aos séculos nos quais o movimento de formalização aconteceu.

Pasquini diz que uma das conseqüências desse movimento de formalização, onde modelos geométricos são substituídos por outros baseados na idéia de números que foram elaborados de modo a ter o rigor necessário para que diversas questões fossem abarcadas e resolvidas, é o formato que a disciplina de análise tem atualmente nas universidades. De um modo geral, o ensino teria sido uma das motivações para o processo de aritmetização da Análise, pois os matemáticos sentiam-se desconfortáveis quando precisavam ensinar conceitos que ainda não possuíam fundamento sólido.

Levando-se em conta as problemáticas citadas do ensino-aprendizagem dos números reais e também aspectos históricos, é que entra o *tratamento dos números reais via medição de segmentos*. Para os autores da obra que o contém, o processo de aritmetização da Análise estabeleceu o conceito de número real por processos infinitos a partir dos números inteiros onde o conceito de quantidade foi desvinculado de suas conotações geométricas. O objetivo do dito tratamento é justamente explorar essas conotações.

O livro discute, sob um viés histórico, várias questões relativas ao conceito de número, infinito e comensurabilidade. Pasquini comenta que discutir e refletir sobre esses conceitos é muito importante, e que na maioria das vezes, os futuros professores passam por toda sua escolaridade, incluindo os cursos de cálculo e de análise, sem fazê-los. Ressalta que para um matemático isso pode ser irrelevante, como também parece ser tratar os números reais como cortes de Dedekind ou seqüências de Cauchy (importa que formam um corpo ordenado completo), entretanto, não devem ser para o professor, pois tais pontos podem ajudá-lo a tornar tais conteúdos mais compreensíveis e acessíveis para seus alunos.

O conceito de comensurabilidade é definido a partir de um segmento U fixado, daí, diz-se que segmentos AB e CD são comensuráveis (ou proporcionais) se existirem dois naturais p e q tais que $AB = pU$ e $CD = qU$. Entende-se pU como p cópias de U. Nesse caso escreve-se: $\frac{AB}{CD} : \frac{p}{q}$. Pasquini destaca a opção por essa notação. Os alunos observados tiveram dificuldade com ela, pois a associaram a idéia de fração. De modo similar, associaram os segmentos às suas medidas. A pesquisadora acredita que embora essa decisão dos autores tenham gerado confusão, promoveram um exercício de abstração muito interessante e necessário para lidar com o material como um todo.

Além de questões relativas a notação, Pasquini destaca outro ponto forte que surgiu durante a observação das aulas: os alunos sentiam a necessidade de demonstrar os pontos omitidos pelo livro. A pesquisadora acredita que tal necessidade é decorrência do fato do intuitivo ser visto como uma aberração. Sobre essas questões, destaca uma fala da professora

da disciplina em questão, que considerou importante uma reflexão sobre essas visões tidas como tão antagônicas (a rigorosa e a intuitiva), principalmente se levado em conta que o professor na educação básica muitas vezes precisa lidar com elas: deve apresentar os conteúdos com um tratamento intuitivo sem abdicar totalmente do rigor. A pesquisadora acredita que o material analisado é competente para trazer à tona essa problemática.

Segmentos que não pertencem a $\wp(U)$, o conjunto dos segmentos que são comensuráveis a U, são ditos incomensuráveis (em relação ao U fixado). É destacado que existem infinitos segmentos que não são comensuráveis a U. Pasquini relata que um aluno disse, com naturalidade, não acreditar na existência de segmentos não comensuráveis. Após a fala desse, outros se manifestaram na mesma direção. Se professores já formados e que estão freqüentando um curso de pós-graduação em educação matemática não aceitam facilmente essa idéia, o que dizer de licenciandos ou mesmo alunos do ensino médio?

São apresentadas, ainda, tanto a maneira de se obter uma seqüência de números a partir da medição de um segmento por meio de um U fixado, quanto o processo contrário. Uma vez que a cada seqüência de números é possível associar um segmento e vice-versa, estabelece-se uma bijeção $\mu_U: S \to \Delta$, onde S é o conjunto dos segmentos de tamanho distinto e Δ o conjunto de todas as seqüências do tipo $p_1, p_2 p_3$ ..., excetuando-se quando todos os $p_i$são iguais a zero. Assim, o processo de medição torna-se estabelecido, e as seqüências de números naturais, chamadas decimais, definidas a partir da medição, são os números reais.

Pasquini comenta que os alunos da disciplina de análise mostraram, novamente, desconforto com a idéia de infinito: se o processo de medição seguir de modo indefinido, ainda será medição? Sobre isso, ressalta os resultados apresentados anteriormente que tratam do assunto e cita Amadei (2005)[57], que diz que o infinito tem sido um assunto pouco tratado nas disciplinas de cálculo e de análise e isso pode se tornar um entrave para o ensino dessas disciplinas. Pasquini comenta que esse é mais um ponto a favor de propostas que introduzam os números reais envolvendo processos infinitos, como esse de medição de segmentos que evita, inclusive, aquela circularidade da definição de número real; vários alunos falaram da presença desse tipo de definição nos livros didáticos de matemática do ensino médio.

O último passo é estabelecer os processos de soma e multiplicação. O primeiro deles se dá em termos de decimais finitas que compõem uma seqüência que converge para a soma. No caso da multiplicação, se $\mu_1 = p_1, p_2 p_3 \ldots p_i \ldots$ e $\mu_2 = q_1, q_2 q_3 \ldots q_i \ldots$, então para obter $\mu_1 \mu_2$ basta realizar o procedimento "usual" com i tão grande quanto se queira. Para a

[57] Pasquini cita esse trabalho, porém não traz a sua referência.

pesquisadora é necessário que o leitor faça uma reflexão sobre o processo de soma e multiplicação que utiliza apenas decimais finitos, discutindo a possibilidade de se definir operações sobre o conjunto das decimais de um modo mais geral, pois, do contrário, mais uma vez, os tratamentos que impliquem na consideração de processos infinitos são desviados.

Um último resultado da pesquisa de Pasquini refere-se à análise feita das entrevistas realizadas com quatro estudantes da disciplina de análise sobre a qual já falamos. Essa etapa mostrou que os entrevistados acreditam que o contato com o material permitiu que eles refletissem sobre o conceito de número e sobre as dificuldades que os alunos da educação básica têm em aceitar certas questões que o professor em geral trata como se fossem naturais. Com essa reflexão, puderam se sentir mais confortáveis com relação ao objeto número. Claramente esses pontos pesaram a favor do posicionamento dos entrevistados com relação ao uso do material para a formação do professor ante à abordagem tradicional das disciplinas de conteúdo matemático nos cursos de licenciatura que, para eles, deve ser revista. A utilização de elementos da história da matemática, e principalmente o processo de medir como contexto para a apresentação do número real também foram bem vistos pelos entrevistados que acreditam, inclusive, que podem ser utilizadas, com adaptações, para introduzir números reais na educação básica. A abordagem do material também subsidia e influencia de forma positiva um tratamento posterior de outros conceitos da análise, segundo os entrevistados.

Em Pasquini (2006), *Professores de Matemática e suas Percepções sobre um Tratamento para os Números Reais, Via Medição, em Cursos de Formação*, trabalho publicado no III SIPEM, a pesquisadora traz um recorte da sua pesquisa de doutorado. É apresentada a sua problemática, metodologia; o livro de Baroni e Nascimento é apresentado e a pesquisadora traz algumas falas de seus entrevistados e tece algumas considerações a respeito delas. Não há novidade com relação aos resultados já descritos de Pasquini (2007).

OMAR CATUNDA E A MODERNIZAÇÃO DA ANÁLISE

A dissertação de mestrado de Lima[58] (2006), *Dos Infinitésimos aos Limites: A Contribuição de Omar Catunda para a Modernização da Análise Matemática no Brasil*, defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da

[58] Eliene Barbosa Lima é licenciada em matemática pela UEFS e mestre pela UFBA. Atualmente é doutoranda do mesmo programa no qual obteve o título de mestre, além disso, é professora assistente da UESC.

Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), apresenta uma análise do livro de análise de Catunda, uma trajetória desse professor, uma discussão sobre o processo de constituição da matemática moderna e uma análise de como se dava o ensino de cálculo na USP (na EP e na FFCL).

Catunda nasceu em Santos em 1906, onde estudou o primário e secundário entre 1914 e 1921. A fim de ingressar num curso superior, a partir de 1922, realizou os primeiros exames parcelados no Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro; concluiu o ginasial em Santos, onde realizou os demais exames no Ginásio do Estado de São Paulo entre 1923 e 1924. Foi aprovado no vestibular da EP em 1925, tendo concluído o curso em 1930. Exerce sua atividade de engenheiro até 1934, quando é nomeado assistente do professor Fantappiè na FFCL da USP (um ano antes havia prestado o concurso que gerou o *Caso da Politécnica*).

Enquanto foi assistente de Fantappiè, de 1934 a 1939, Catunda teve contato com as novas idéias trazidas pelo professor italiano, que instituiu o ensino da matemática moderna em São Paulo. Nesse período, ainda, realizou um estágio de quatro meses na Universidade de Roma, aperfeiçoou-se como matemático e tornou-se apto a assumir interinamente a cadeira de *Análise Matemática* em 1939, ano em que Fantappiè regressou à Itália, tornando-se professor catedrático em 1944. Já nesse posto, Catunda realizou estágio na Universidade de Princeton. Devido à linguagem matemática utilizada por lá, diferente da sua, da escola italiana, teve que freqüentar vários cursos e aprender muito sozinho, o que lhe proporcionou um conhecimento vasto de muitos ramos da Matemática, porém sem aprofundamento em nenhum deles. Isso, bem como a inércia que encontrou na FFCL quando retornou ao Brasil, teriam sido as causas que levaram Catunda a não se dedicar com intensidade a trabalhos de pesquisa científica.

Se, talvez, o envolvimento de Catunda com a pesquisa não era dos maiores, o mesmo não se pode dizer das questões políticas, administrativas e de ensino. Catunda foi por muito tempo diretor do Departamento de Matemática da FFCL, engajou-se em movimentos políticos de defesa do patrimônio nacional e participou de diversos congressos de ensino, em especial um a partir do qual teve contato com o curso de matemática da Universidade da Bahia (UBa). Para Catunda, esse curso estava atrasado em relação ao da USP; preocupado com isso, trouxe uma das professoras de lá para estudar sob sua orientação. Esse contato, principalmente, é que possibilitou sua transferência, após aposentadoria, para a Bahia. Antes de falar dessa etapa de sua vida, é interessante destacar que Catunda tinha uma posição contrária ao processo de "democratização" do ensino secundário que começou no Brasil na década de 30.

Já em Salvador, Catunda assumiu em 1963 a diretoria do Instituto de Matemática e Física da UBa. Encontrou dificuldades e resistências para implementar sua proposta de modernização do ensino de matemática no instituto que assumira. Apesar disso, conseguiu algumas realizações, como a contratação de professores visitantes e permanentes, alguns estrangeiros, para conferências, projetos de pesquisa e formação de novos professores. Liderou também um movimento pela implantação da matemática moderna no ensino médio da época; o que, para Lima, faz de Catunda um dos pioneiros da educação matemática no Brasil. Catunda permaneceu na UBa até 1976, ano da sua aposentadoria compulsória.

Após apresentar essa breve trajetória de Catunda e antes de analisar as apostilas desse professor, parte central de seu trabalho, Lima tece algumas considerações sobre o processo de modernização da matemática bem como o do seu ensino, nesse caso, tomando por base o caso do Brasil. Lima entende por matemática moderna aquela que foi desenvolvida principalmente no século XX. O seu processo de constituição iniciou-se, no entanto, pelo menos um século antes e foi pautado na *profissionalização*, *disciplinarização*, *especialização*, *unificação* e *generalização* do método baseado principalmente na algebrização e axiomatização.

Antes do século XIX, de modo geral, não existia o matemático profissional, a grande maioria fazia pesquisas matemáticas como uma espécie de passatempo. A partir do fim do século XVIII é que surge o matemático profissional, aquele se dedica exclusivamente à pesquisa e ao ensino dessa disciplina, nesse contexto entendida já como um campo autônomo de investigação separada, por exemplo, de ramos da Física. Entrelaçado a esses processos de *profissionalização* e *disciplinarização*, ocorreu também o de *especialização*; gradualmente o matemático profissional passou a se dedicar especificamente à Geometria, Álgebra ou Análise. Apesar disso, houve também um esforço para que os diferentes ramos da Matemática pudessem ser vistos como partes interconectadas de um todo, daí a *unificação*. Por fim, a *generalização* dos métodos deu-se mormente a partir do estabelecimento das geometrias não-euclidianas, cuja consistência mostrou que era possível trabalhar com propriedades de forma independente da intuição, tendo como base apenas conseqüências lógicas de axiomas adotados. Contribuiu para essa tendência também o processo de aritmetização da Análise.

A aritmetização da Análise foi impulsionada pelos problemas encontrados nos conceitos do Cálculo de Newton e Leibniz, que utilizavam-se dos chamados infinitésimos. Apesar dessa abordagem mostrar-se válida e muito útil, recebia críticas por conta de certas inconsistências lógicas. Nesse contexto é que surge uma conceitualização rigorosa do conceito de limite de uma função, que passou a fundamentar o cálculo a partir de então. Tal

conceitualização dependeu de uma releitura da definição de função e também do conceito de número, notadamente o de número real, visto que, a partir delas é que foi possível se demonstrar, sem o recurso da geometria, teoremas fundamentais sobre limites o que acarretaria, também, em novas definições de derivada e integral.

Todo o cenário anteriormente descrito influenciou o ensino de tais conteúdos no mundo todo, em particular no Brasil; entretanto, até meados de 1930, as concepções em voga por aqui ainda eram aquelas da Matemática anterior à do século XIX, ou seja, não traziam os novos ideais da chamada matemática moderna. Assim, nas escolas de engenharia, o cálculo eram ensinado com ênfase nos infinitesimais e na noção intuitiva de limite. O livro de Sonnet, *Premiers Élements du Calcul Infinitesimal*, cujo objetivo era mostrar o cálculo diferencial e integral sob um ponto de vista elementar e prático, era a referência mais comum.

Cabe lembrar que a formação do matemático no Brasil nessa época era feita indiretamente por intermédio das engenharias. Esse quadro mudaria só em 1934 com a instituição do primeiro curso de matemática no Brasil na FFCL da USP. Fantappiè foi um dos contratados para compor o quadro de professores da FFCL, mas, por algum tempo assumiu também a cadeira de cálculo infinitesimal da EP. É nesse ponto que se dá o início da modernização do ensino da matemática, em particular da análise. Ao assumir essa cadeira da EP, Fantappiè adota a obra de Francesco Severi, *Lezioni di Analisi*, que, diferentemente da obra de Sonnet, trata das mudanças ocorridas no cálculo a partir do século XIX. Destaque para a construção dos números reais através das teorias de Cantor e Dedekind e para a abordagem dada a teoria dos conjuntos, pautada principalmente nas idéias de Cantor.

Fantappiè trouxe ao Brasil mais que uma abordagem moderna para o cálculo, a sua forma de tratar essa disciplina a aproxima do que hoje entendemos por análise. Não por acaso, as disciplinas dadas por ele já na FFCL eram denominadas *Análise Matemática*. Sua influência foi tão grande, que mesmo depois da sua saída da EP, as disciplinas que lá vinham sob o nome de cálculo passaram a adotar também a abordagem de seus cursos de *Análise Matemática*, onde não eram vistos apenas o estudo das regras de derivação e integração do cálculo; além de dar ao cálculo um ponto de vista de Cauchy e contemporâneos, os cursos de análise de Fantappiè focavam-se na conceitualização e fundamentação das teorias expostas.

Apesar do rigor, Fantappiè não abria mão da percepção geométrica, influência da escola italiana. Por exemplo, ao falar de números irracionais, fazia uso não só da definição de Dedekind, mas trabalhava também com outra geométrica, que ele atribuía a Euclides. No caso

das funções, usava a definição de Dirichlet que, embora fosse considerada moderna, dava margem a uma interpretação da noção de número como quantidades ou grandezas.

As notas de Fantappiè tornam clara uma outra preocupação sua: inteligibilidade. Fantappiè é bastante prolixo em suas explicações, chegando até a ser cansativo algumas vezes, segundo Lima. É evidente que por ter sido Catunda quem redigiu as suas notas, alguns tratamentos dados pelo professor italiano aos conteúdos em seus cursos podem ter sido alterados. Mais a mais, o próprio Catunda lançou posteriormente apostilas de análise baseadas nessas notas de Fantappiè, que diferenciavam-se tanto dessas a ponto de credenciarem Catunda a publicá-las em seu nome.

A bibliografia utilizada por Catunda, para a elaboração de seu *Curso de Análise Matemática*, indica tanto a forte influência do curso de Fantappiè, por utilizar muitas das obras que o professor italiano usou para elaborar as suas notas, quanto um novo processo de atualização e modernização em relação a esse, por adotar também obras que denotam a influência do grupo Bourbaki (com cujos membros Catunda teve contato por conta da vinda deles ao Brasil) e obras estadunidenses (adotadas possivelmente por influência da sua ida àquele país bem como de jovens estudantes que foram lá fazer doutorado).

Como exemplo da diferença de tratamento dado pelos professores a certos conteúdos, está a introdução dos irracionais. Fantappiè apresentava-os inspirando-se em Euclides, já Catunda partia dos postulados de Peano por acreditar que essa construção deveria ser feita de uma forma abstrata. Outros dois pontos são o nível de rigor e a aplicabilidade. Catunda procurou simplificar demonstrações, afastando-se um pouco de Fantappiè. Com relação à aplicabilidade, noção não muito presente na obra de Fantappiè, costuma aproximar muitos conteúdos da matemática com a física. Sobre isso Lima diz que tal concepção era muito comum na época anterior a da hegemonia da visão formalista da Matemática. Nesse sentido, vê-se que Catunda tanto se apodera da chamada matemática moderna, como não abre mão de certas concepções ao adotar abordagens consideradas “antigas”.

Na verdade, Lima nos diz que Catunda tinha uma grande preocupação com o nível de rigor e intuição em seus cursos. Acreditava que o nível de intuição adotado à época dos infinitesimais era excessivo e trazia consigo diversos erros, por outro lado, o excesso de formalismo que veio posteriormente levou a maioria dos matemáticos ao exagero do rigor em detrimento da intuição. Dessa forma, Lima observa que Catunda tinha um jeito peculiar de ensinar a chamada análise matemática moderna na sua época.

Deve-se ressaltar que o distanciamento das apostilas de Catunda do rigor das notas de Fantappiè deve ser considerado sob a luz daquele contexto. Com efeito, Lima diz que D'Ambrósio considera o *Curso de Análise Matemática* rigoroso, Geraldo Ávila diz que a obra era muito pesada. O próprio Catunda, anos mais tarde já na UBa, só o utilizava em cursos de pós-graduação, preferindo o livro de cálculo Piskunov para a graduação.

A fim de trazer mais elementos sobre como se dava o ensino do cálculo antes da consolidação da matemática moderna no Brasil, Lima compara a apostila de Catunda com o livro de Granville, *Elementos de Cálculo Diferencial e Integral*. Enquanto o primeiro adota a visão de Cauchy e seus contemporâneos, o segundo trata o cálculo mais à maneira de Leibniz e Newton, centrando-se nos infinitesimais. Além disso, "demonstra" muitos fatos com exemplos particulares, propõe muitos exercícios que requerem apenas aplicação direta de fórmulas e exige razoável esforço de memorização. Catunda, por outro lado, prioriza as demonstrações, os conceitos, apresenta poucos exercícios, entretanto, assemelha-se um pouco a Granville ao explorar bastante questões intuitivas.

Lima traz ainda alguns exemplos específicos. Enquanto Catunda aborda os números reais a partir dos axiomas de Peano, Granville sequer cita esse conjunto e adota uma definição de função semelhante à dada no século XVIII. Catunda, ao contrário, já utiliza a definição moderna que se apóia na construção rigorosa dos reais e que permite também uma definição formal para a continuidade, que também é apresentada. Já Granville se limita a dizer que se uma função é definida num ponto a e o limite dessa função quando x tende a a for $f(a)$, então a função é dita contínua. Para definir limite de funções, Granville o faz a partir do limite de uma variável, em linguagem pouco precisa e usando aspectos intuitivos. Na demonstração das propriedades, usa infinitésimos, atrelando essa noção a de limite, visto que são postos como variáveis que tendem a zero. Catunda, por sua vez, adota a definição de Cauchy e Bolzano, e nas demonstrações dos teoremas, não recorre a infinitésimos.

As influências e repercussões das atividades de Catunda e do seu *Curso de Análise Matemática* deram-se basicamente de três modos. Primeiramente dentro do estado de São Paulo, por conta da sua atuação na FFCL. Na Bahia, através da professora de lá que foi orientada por ele, e, depois, por conta da sua transferência para esse estado. Por fim, de forma pulverizada no Brasil todo, visto que muitos de seus ex-alunos, ao se tornarem professores universitários, mencionam terem recorrido às apostilas de Catunda para ministrar seus cursos.

De qualquer modo, a adoção das apostilas de Catunda não se deu somente por influência direta do professor. Sua obra foi a primeira a ser publicada no Brasil estando em

conformidade com a análise moderna e com o rigor imposto a partir do século XX. Além disso, à época de seu lançamento, os livros considerados de semelhante qualidade não estavam disponíveis em língua portuguesa. Soma-se a isso a qualidade que é atribuída às suas notas, consideradas ainda hoje como bem escritas, modernas e rigorosas, à constante preocupação de Catunda em atualizá-las, como por exemplo quando adota referenciais da escola estadunidense, e a opção de Catunda por mesclar nelas o rigor com a intuição, mostram, segundo Lima, o diferencial do *Curso de Análise Matemática* e explicam por que foi tão bem aceito nos meios acadêmicos da época.

Em Lima e Dias[59] (2010), *A Análise Matemática no Ensino Universitário Brasileiro: A Contribuição de Omar Catunda*, artigo publicado no BOLEMA, apresenta-se como se difundiu, foi recebido e utilizado o *Curso de Análise Matemática*. Além disso, são apresentadas considerações pontuais sobre a trajetória de Catunda na FFCL e na UBa, seu papel como professor, gestor e pesquisador. Claramente esse trabalho é derivado de Lima (2006), não trazendo resultados novos; com exceção de alguns indícios sobre a utilização do livro de Catunda na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Segundo Lima, Tietböhl foi quem modernizou o ensino de análise matemática naquela instituição, para tal, teria se valido do *Curso de Análise Matemática* de Catunda.

UM CONTEXTO PARA UMA ANÁLISE MATEMÁTICA

Uma sugestão de um modo de conceber a *História da Matemática* como *Educação Matemática* e uma discussão de elementos históricos de *Análise Matemática* do ponto de vista de uma *Educação Matemática* são os dois pontos centrais do trabalho de Batarce[60] (2003), *Um Contexto Histórico para Análise Matemática para uma Educação Matemática*, dissertação de mestrado defendida pelo PPGEM da UNESP.

Batarce, ao longo de seu texto, define alguns dos termos que usa. O *Ensino de Matemática* seria a prática justificada através da existência de uma *Matemática* única e universal. Assim, ao *Ensino da Matemática* cabe a transmissão da *Matemática* da melhor forma possível, admitindo uma influência da *Matemática* sobre ele, mas não o contrário.

[59] André Luís Mattedi Dias é licenciado em Matemática pela UFBA onde também obteve o título de mestre em Educação. É doutor em História Social pela USP. É professor da UEFS.

[60] Marcelo Salles Batarce é licenciado em matemática pela UNESP e mestre pela mesma universidade. É doutorando em Mathematics Education pela London South Bank University e professor da UEMS.

Entretanto, como a *Matemática* sob sua forma plena é inalcançável, o *Ensino da Matemática* acaba por se basear apenas num fragmento dela, daí que a prática do *Ensino da Matemática* é norteada por uma concepção de *Matemática*, e não só isso, também a norteia. Ao se admitir isso já se tem uma noção de *Educação Matemática*, onde *Matemática* é um termo que adquire corpo apenas durante uma prática, tornando-se relativo e subjetivo. Poder-se-ia falar, assim, de matemáticas e não da *Matemática*. Citando Lins *et al* (2001)[61], Batarce concorda que a Matemática do matemático, por exemplo, pode não ser conveniente para a *Educação Matemática* dos professores de matemática.

O *Ensino da Matemática* parece estar centrado numa concepção formalista, e por admitir uma *Matemática* universal, não deixa explícita essa concepção, de modo que ela fica presente na prática do ensino de modo implícito e sem reflexões. Com isso, outras concepções não são aceitas, somente são válidas justificativas que se baseiem nas relações formais entre os objetos matemáticos. Na *Educação Matemática*, o formalismo também pode ser adotado, entretanto deve ter seus fundamentos e opções explicitados. A *Educação Matemática* valoriza também concepções de outras correntes filosóficas, como o intuicionismo e o logicismo, que devem ser adotadas de modo a valorizar a multiplicidade dessas diferentes concepções. O *Ensino da Matemática* constitui-se, assim, como um tipo particular de *Educação Matemática*.

Batarce traz ainda outro ponto a ser considerado na distinção entre *Ensino de Matemática* e *Educação Matemática*. Para o primeiro, é acessório, ferramenta metodológica, qualquer elemento que não a própria *Matemática*. Nesse contexto, para o *Ensino da Matemática*, a *História da Matemática* é apenas uma metodologia e assim como só existe uma *Matemática*, então também só existe uma *História da Matemática* capaz de revelá-la. Dentro dessa perspectiva de história, os fatos se conectam por intermédio de uma lógica que é guiada por uma concepção de *Matemática* que, como já dito, costuma ser formalista. Há também a visão de que o que vem depois é melhor do que existia antes, assim, a *Matemática* caminharia do impreciso e intuitivo em direção ao rigoroso e formal. Já a *Educação Matemática*, assim como considera a *Matemática* independente de suas práticas, não vê a *História da Matemática* como forma de estabelecer conexões de seus objetos de modo a justificar uma noção de *Matemática*, pelo contrário, a partir da *História da Matemática* é que os diferentes objetos matemáticos são mostrados. No contexto da *Educação Matemática* é fundamental que a *História da Matemática* não seja vista como uma metodologia, mas de

[61] LINS, R. et al. The production of meaning for algebra : a perspective basead on a theoretical model of Semantic Fields. In: SUTHERLAND, R.; ROJANO, T.; BELL, A.; LINS, R. (Ed.). **Perspectives on School Algebra**. Netherlands: Kluwer, 2001.

uma forma a valorizar e materializar a *Matemática* nos contextos históricos. O formalismo, dentro da *História da Matemática* enquanto *Educação Matemática*, é apenas um acontecimento e não uma essência da *Matemática*.

Considerando o tripé *Ensino da Matemática*, *Educação Matemática* e *História da Matemática* é que Batarce trata do que ele chama de *Um Contexto Histórico para Análise Matemática* (CHAM). Nesse, não é admitida a visão típica de uma *História da Matemática* para o *Ensino da Matemática* onde se tem a premissa básica de evolução temporal que aponta a Análise como uma solução para a falta de rigor do Cálculo. Para Batarce, considerar a falta de algo é equivalente a dizer que algo é necessário, essa abordagem histórica promulga a existência da necessidade objetiva e universal de se dar rigor ao Cálculo. Entretanto, tal necessidade só surgiu com o ponto de vista da Análise, nesse sentido, Batarce diz que a Análise não resolveu os problemas do Cálculo, que não existiam *a priori*, na realidade, o que fez foi criar e resolver problemas que antes inexistiam. O ponto de vista do pesquisador é, portanto, conceber a Análise "como um conjunto de objetos histórico-matemáticos que criaram necessidades que não existiam *a priori* e para elas dispensaram esforços que culminaram numa crise de fundamentos". Consoante com isso, as noções de rigor e precisão são tomadas como relativas, como objetos peculiares de um contexto histórico.

Particularmente no caso da Análise, Batarce apresenta alguns pontos-chave da Teoria da Medida de como tomar a *História da Análise Matemática* como *Educação Matemática* (ou apresentar um CHAM), que, segundo o pesquisador, assim o são na medida que são sugeridos casos específicos de uso da *História da Matemática*, apresentados como concepções peculiares e não absolutas do que constitui uma *Matemática*. Assim sendo, Batarce diz que não conta uma história da Análise pré-concebida, mas sim sugere uma caracterização da Análise através da História de modo a distingui-la de outros objetos matemáticos.

Um primeiro ponto são os números reais. Os cursos tradicionais de análise quando tratam desse ponto, costumam considerá-los unicamente como um corpo ordenado completo, sobre o qual se edifica a construção formal dos resultados da Análise, não valorizando os processos de construção, que poderiam desvelar questões como a necessidade de se estabelecer uma definição moderna de número. Quando aspectos históricos são abordados, têm o objetivo de mera motivação. Em geral, relações entre número real e *continum* da reta não são explorados, e se são, costumam considerá-lo como algo impreciso e intuitivo ante a uma noção precisa e moderna de número real que será dada pela análise. Assim, Batarce nos diz que os dois termos tornam-se objetivos e atemporais e também não-históricos.

Dentro do CHAM, os números reais devem ser considerados não só como fundamento, mas também como resultado de um processo e de uma demanda históricos. Batarce frisa que relações entre número real e *continum* só fazem sentido dentro da Análise, por conta da própria definição de real. Corrobora com isso o fato de os gregos, por exemplo, não associarem grandezas geométricas a números. Mais um exemplo de discussão que só tem sentido dentro uma específica região de inquérito é a continuidade. Batarce questiona: é necessário suspeitar que existem buracos nas linhas e nas curvas? O CHAM deve, desse modo, enfatizar e explicitar esses fatos, deve materializar o número real e o *continum* de modo que só se pode falar de um diante do outro e vice-versa, a relação entre os dois deve ser sugerida como algo muito peculiar.

Um segundo ponto trata de função. Apesar desse ente matemático ter sua definição mudada ao longo do tempo, Batarce nos diz que a maioria das funções que nos são apresentadas, tanto no ensino médio como em boa parte do ensino superior, são aquelas dadas por expressões analíticas, o que representa uma única forma de concebê-las. Para Batarce, isso mostra que as diferenças entre os modos de definir função são desconsideradas, de modo que o potencial pedagógico de tal abordagem também o é. Dentro do CHAM é importante que se tenha às vistas que as diferentes definições surgiram de acordo com diferentes necessidades e que uma definição de função carrega em si uma concepção do que seja uma função, também, a própria definição faz com que diferentes necessidades e concepções surjam.

Um terceiro ponto é a integral. Se uma definição analítica de função casa bem com um processo algébrico de obtenção da integral, temos o reverso disso quando uma definição de integral dada por Cauchy resulta numa definição de função dada por Riemann que leva em conta uma série ou seqüência de outras funções. Batarce diz que tal definição também gera concepções peculiares de continuidade, número real e até área. De um modo geral, diferentes definições geram diferentes demandas que acarretam, também, em diferentes definições.

Se até Riemann não foi necessário questionar-se sobre o que significa medir, o surgimento de funções não integráveis segundo a definição desse matemático culminou em novas concepções do que significa integrar, mais gerais. Tais concepções perpassaram discussões sobre o que significa medir. Temos assim, a questão da medida como um quarto ponto. Segundo Batarce, se Riemann e seus antecessores não se questionaram com relação a isso, não foi por falta de perspicácia, mas por falta de necessidade. Desse modo, o Axioma da União Aditiva de Borel, axioma central dentro de um conjunto de axiomas que concebem um significado do que seja medir, é, segundo Batarce, apenas uma opção conveniente que se

caracterizou historicamente: mede-se de tal forma por uma questão histórica e não por uma questão formal. Para o pesquisador, dentro do CHAM, é correto que a justificação da definição de medida de Borel/Lebesgue considere seus aspectos históricos.

Um último ponto, que de algum modo fecha todos os demais trazidos antes, é a Teoria da Medida de Lebesgue. Segundo Batarce, Lebesgue reescreveu a teoria da integração de tal modo que dentro de sua concepção, os termos medida e integração se equivalem. Para isso, Lebesgue se valeu tanto da concepção de função como uma seqüência/série tal qual dada por Riemann, quanto da definição histórica de Dirichlet, feita nominalmente indicando valores da função em subconjuntos do domínio onde a função é constante.

Considerando-se os pontos tratados por Batarce, temos que diferentes concepções de funções significam diferentes concepções de integração (e vice-versa), que acarretam em concepções de medida e em concepções de número, continuidade e área (e vice-versa). Essa rede complexa exprime bem o espírito do CHAM, já que mostra que a *Matemática* ensinada advém mais de opções históricas que de um formalismo e precisão que existiriam *a priori*.

Batarce tece, ainda, reflexões mais gerais sobre o ensino de análise e sobre formação de professores. Num contexto onde é possível considerar necessárias certas definições de número real que gerem noções precisas de continuidade, função ou integral, como isso tem sido trabalhado nos cursos de análise? Batarce destaca trabalhos que apontam que muitos alunos saem desses cursos sequer sabendo uma definição de número real, e que professores de todos os níveis desconhecem contextos históricos que estabelecem a moderna definição de número real. Finalmente, a abordagem do CHAM, defendida por ele, jamais é vista. Portanto é necessário que se reflita sobre os objetivos dos cursos de análise, onde o principal problema não está nas contribuições para essa problemática, mas na maneira como as posturas são justificadas. É saudável que se admita a existência de múltiplas propostas e caminhos.

POR QUE ANÁLISE REAL NA LICENCIATURA?

Moreira[62], Cury[63] e Vianna[64] (2005), em seu artigo *Por que Análise Real na Licenciatura?* publicado na revista *Zetetiké*, analisam as respostas que trinta e um

[62]Plínio Cavalcanti Moreira é bacharel em Matemática pela UFMG, mestre em Matemática pela mesma universidade onde ainda realizou seu doutorado em Educação. É professor aposentado da UFMG e atualmente é docente da UFOP.

matemáticos de quatorze das mais importantes instituições de ensino e pesquisa no Brasil deram a um questionário que perguntava sobre ementa, bibliografia e o papel da disciplina de análise em cursos de licenciatura em matemática.

O questionário foi enviado por correio eletrônico a 80 matemáticos, dos quais 31 enviaram respostas. A primeira questão pedia para que o respondente listasse os itens que deveriam compor a ementa de uma disciplina de análise para licenciatura. A segunda, a bibliografia indicada. A terceira perguntava se uma disciplina, nos moldes que o próprio respondente deu nas perguntas anteriores, deveria ser obrigatória em todo curso de licenciatura em matemática e o porquê. Para as duas primeiras perguntas, Moreira, Cury e Vianna fizeram um tratamento quantitativo e para a terceira, utilizaram a abordagem metodológica da análise de conteúdo para categorizar as respostas.

Em síntese, uma ementa para uma disciplina de análise num curso de licenciatura trataria, de acordo com os respondentes, do seguinte[65]: o conjunto dos números reais como um corpo ordenado completo (27); seqüências e séries de números reais (29); continuidade de funções reais de variável real (29); derivada de funções reais de variável real (29); integral de Riemann de funções reais de variável real (26). Destaca-se que construção dos reais foi citado por apenas dois matemáticos e itens como uma introdução à teoria dos conjuntos, funções elementares sob um ponto de vista superior, transcendência e irracionalidade de e e π, por apenas um, em cada caso. Os livros mais recomendados foram *Análise I* de Djairo Figueiredo (18), *Análise Real* (volume I) de Elon Lages Lima (12), *Introdução à Análise* de Geraldo Ávila (9). O livro *Análise para Licenciatura* de Ávila foi citado por apenas um matemático.

Com relação a terceira questão, 29 dos 31 matemáticos responderam que uma disciplina de análise deveria ser obrigatória nos cursos de licenciatura em matemática. Dois não responderam. As várias justificativas foram agrupadas em três categorias, a disciplina de análise: 1) deve ser obrigatória por permitir ao licenciando um contato com a cultura matemática específica além de possibilitar o desenvolvimento do 'pensar matematicamente'; 2) proporciona uma compreensão sólida e um aprofundamento de conceitos básicos da matemática escolar, visto que explica os "porquês" e proporciona a construção de uma visão integrada e logicamente consistente deles que substitui a visão que os concebe como um

[63] Helena Noronha Cury é bacharel e licenciada em Matemática pela UFRGS onde obteve também seu mestrado e doutorado em Educação. Foi professora da PUC-RS e atualmente é docente do UNIFRA.
[64] Carlos Roberto Vianna é Licenciado em Matemática pela UFPR, Mestre em Educação pela USP e doutor em Educação pela mesma universidade. Atualmente é professor da UFPR.
[65] Os números entre parêntesis representam o número de indicações.

amontoado de formulas e regras; 3) desenvolve a percepção da matemática como um conjunto de conhecimentos que são úteis para se compreender melhor muitos fenômenos da natureza.

Sobre a primeira classe de argumentos, os pesquisadores dizem que há mais diferenças entre o professor de matemática da educação básica e o matemático profissional que semelhanças, pelo menos com relação à atuação profissional de cada um. Dessa forma, passa a ser questionável a importância da inclusão na formação do professor de matemática de disciplinas que desenvolvam concepções e práticas específicas de uma "cultura matemática". Também, uma vez que a escolarização se refere a uma educação de caráter básico e geral, não parece ser razoável querer proporcionar ao aluno um pensar tão específico e particular como o do matemático; pois adotando-se essa meta, seria necessário também que os alunos desenvolvessem modos de ver o mundo à maneira dos físicos, geógrafos, biólogos etc. Finalmente, a visão dos matemáticos sobre algumas questões do conhecimento matemático mostram-se inadequadas ou conflitantes com aspectos cognitivos ou didático-pedagógicos, visão essa que é fundamental na prática educativa escolar.

Com relação à segunda, a pergunta que os pesquisadores fazem é: de que maneira tal compreensão e aprofundamento podem auxiliar o professor efetivamente na sua prática docente? Outro ponto levantado é que essa classe de argumentos traz a imagem de que o conhecimento da matemática "avançada" é condição indispensável para a formação de um bom professor. Para os pesquisadores, conhecer a "matemática avançada" não significa necessariamente conhecer a "matemática escolar", e não torna capaz o professor de responder às questões que aparecem em sua prática docente. Sobre a necessidade de se superar o 'amontoado de fórmulas e regras', Moreira, Cury e Vianna questionam se a sistematização axiomática, como é feita na disciplina de análise, seria a única e a melhor maneira. Os pesquisadores vislumbram uma possibilidade orientada pelas questões da prática do professor da escola e não necessariamente pela prática do matemático.

Finalmente, Moreira, Cury e Vianna concordam que a percepção apresentada na terceira classe de argumentos de fato é indispensável para um professor de matemática, entretanto a bibliografia indicada por eles na questão dois não dá conta desse tipo de abordagem, além disso, muitas outras disciplinas, como cálculo, equações diferenciais ou física, poderiam favorecer de uma forma mais eficaz o desenvolvimento de uma percepção ampla e elaborada dessa dimensão aplicada do conhecimento matemático.

Para Moreira, Cury e Vianna, um ponto básico que emerge de sua pesquisa é a necessidade de se debater possíveis maneiras de se efetivamente articular as disciplinas de

conteúdo matemático, em especial a de análise, com a prática docente. Desse modo, um debate mais amplo do que o que eles mesmos proporcionaram em seu trabalho deve tratar do papel, do dimensionamento adequado e da contribuição efetiva que um enfoque 'avançado' pode oferecer à referida articulação.

A DISCIPLINA DE ANÁLISE E O CÁLCULO

A dissertação de Souza[66] (2003), *Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que já Cursaram uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Alguns Conceitos Matemáticos Básicos*, defendida pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL), verifica, através de dez questões, o desempenho dos alunos em conceitos do cálculo considerados pela pesquisadora como básicos para um curso de análise. A análise foi feita sob a luz dos conceitos de imagem e definição[67] de Tall (1991)[68], Vinner (1991)[69] e Dias (2002)[70]. Já em Souza e Buriasco[71] (2003), *Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que Já Cursaram uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencia e Integral Lidam com Questões Consideradas Essenciais para um Bom Desempenho na Disciplina de Análise Real?*, trabalho publicado no II SIPEM, temos a mesma problemática, entretanto, são analisados nesse apenas duas dentre as dez questões que aparecem em Souza.

Segundo Souza, o *conceito imagem* é toda estrutura cognitiva na mente de uma pessoa que está relacionada a um conceito dado, isso inclui as imagens mentais, propriedades associadas e processos, pode não ser totalmente coerente e conter aspectos que divirjam da definição formal. Ao ser traduzido na forma verbal, gera o *conceito definição*, que é a forma, através de palavras, usada por alguém para explicar o seu *conceito imagem*. Quando um conceito é formalmente apresentado, o aluno forma um *conceito imagem*, e a partir dele, o seu *conceito definição*, que pode divergir do formal.

---

[66] Luciana Gastaldi Sardinha Souza é graduada em Matemática pela UEL e mestre em Matemática pela mesma universidade. Atualmente é doutoranda em Educação pela USP e professora adjunta da UEL.

[67] Também denominadas por outros autores de *imagem conceitual* e *definição conceitual*.

[68] TALL, D. *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht: Kluwer, 1991.

[69] VINNER, S. The role of definitions in the teaching and learning of Mathematics. In : TALL, D. *Advanced mathematical thinking*. Dordrech: Kluwer, 1991, p.65 a 81.

[70] DIAS, M. S. *Reta Real* – conceito, imagem e conceito definição. 2002. Dissertação (Mestrado), PUC/São Paulo.

[71] Regina Luzia Corio de Buriasco possui graduação em Matemática pela FAFIL, mestrado em Educação Matemática pela UNESP e doutorado em Educação pela mesma universidade. Atualmente é professora associada da UEL.

Segundo Souza, os professores esperam que os *conceitos imagem* formados por meio dos *conceitos definição* sejam controlados por esses; por conta disso que é nos livros de cálculo as definições precedem os problemas. Além disso, na resolução de problemas, esperam que tanto o *conceito definição* quanto o *conceito imagem* sejam utilizados; entretanto, os alunos costumam se valer apenas do *conceito imagem*, que costuma ser eficaz para resolver a maioria deles. O desafio é propor problemas que exijam do aluno o seu *conceito definição*, que é o que pode salvá-lo de certas armadilhas causadas pelo *conceito imagem*. Para Souza, um dos objetivos de uma disciplina de análise é proporcionar ao aluno a oportunidade de formar seus *conceitos definição* a partir dos *conceitos imagem* que já possui.

Uma vez que foram apresentados os *conceito definição* e *conceito imagem*, Souza fala da sua análise das provas. Foram aplicadas dez questões a turmas do 2º, 3º e 4º anos de um curso de licenciatura em matemática. Todos já haviam cursado pelo menos uma vez o cálculo. A escolha das questões tomou como base provões e provas que a própria pesquisadora havia aplicado à suas turmas de cálculo e a opinião de professores de análise.

Da primeira questão, Souza concluiu que a maioria dos alunos trabalha bem com os quantificadores, entretanto, um número considerável (16%) possuía um *conceito imagem* discreto para os números reais. Uma das causas disso seria o fato dos livros de cálculo não tratarem dos números reais de uma forma adequada; para Souza, os reais deveriam ser tratados como seqüências já no curso de cálculo. A pesquisadora observou também um crescente percentual de acertos no sentindo do segundo para o quarto ano do curso. Em Souza e Buriasco (2003) essa questão também é analisada, porém sem considerações adicionais.

Na segunda questão, avaliou-se o *conceito definição* da função logaritmo, o conhecimento de suas propriedades e das regras de resolução de inequações. A maioria dos alunos se valeu, na resolução, de noções aprendidas no ensino médio, não tendo, portanto, usado o cálculo diferencial e integral. Apesar dos dois possíveis caminhos, os acertos não chegaram a 50%, tendo havido um aumento relativo de respostas corretas do segundo ano do curso para o terceiro.

A questão número três avaliava os *conceitos definição* de conjunto imagem, função, função injetora e composição de funções, bem como o entendimento do que é hipótese e tese. Essa questão foi considerada muito difícil, tendo sido acertada por pouquíssimos alunos. Souza ressalta que tal questão exigia não só ter bem claros os conceitos que citamos como também saber utilizá-los e manuseá-los em situações de raciocínio lógico e conclui que questões assim, ainda que sejam apresentadas, não são aprendidas no curso de matemática.

A quarta questão pedia o cálculo de uma integral indefinida. O maior número de acertos ocorreu com os alunos do segundo ano, havendo uma queda considerável para os demais.Isso mostra que os procedimentos mecânicos são facilmente esquecidos e que existe uma grande chance de um aluno sair do curso de matemática sem saber resolver esse tipo de integral. Já na quinta, o que se esperava avaliar era o *conceito definição* do Teorema do Confronto. Apenas um em cinco responderam corretamente a essa questão, sendo que menos de 8% do total apresentaram justificativas consideradas corretas.

Derivabilidade e continuidade são os conteúdos da sexta questão. Apenas 17% dos alunos a responderam corretamente, não tendo havido diferença estatística nos três anos analisados. Nessa questão Souza destacou que alguns alunos têm como *conceito imagem* de função não derivável em um ponto o de função descontínua nesse ponto.

Na sétima questão era pedido que se obtivesse o gráfico de uma função a partir do gráfico de sua derivada. Pouco mais da metade dos alunos respondeu corretamente, donde Souza conclui que a maioria dos alunos possuía o *conceito imagem* das relações existentes entre a derivada de uma função e a própria função. Não houve aumento estatisticamente considerável no número de acertos de acordo com o ano do curso.

A oitava questão, dividida em duas partes, pedia uma demonstração simples que requeria apenas conhecimentos da regra da cadeia e outras usuais de derivação.Apesar disso, apenas 19% acertaram a esse primeiro item, e o segundo, que dependia do primeiro, foi acertado por apenas um aluno. Para Souza, isso se deve ao fato da questão ser genérica, ou seja, de não trazer explicitamente a lei de formação das funções envolvidas. Tanto que muitos alunos tentaram resolvê-la utilizando-se de exemplos específicos.

Os *conceitos definição* de derivada e de domínio de uma função, em particular da função tangente, foram os pontos avaliados na nona questão. Apenas 7% dos alunos a responderam corretamente. Souza destaca que muitos alunos apresentaram falhas no *conceito definição* de domínio da função tangente ao colocar que a função tangente não é contínua e/ou não possui derivada em todo seu domínio.

Na décima questão é apresentada uma definição de valor médio de uma função contínua e a partir dela pede-se para o aluno esboçar o gráfico da função seno, dizer quais são seus valores máximos e mínimos e seu valor médio. Parece-nos que o objetivo é avaliar como o aluno trabalha com definições formais, como forma um *conceito imagem* a partir delas, ou, no caso de já terem algum *conceito imagem* associado a definição, se fazem uso dele conjuntamente com conceito formal apresentado ou se utilizam-se apenas de um deles. A

análise presente em Souza e Souza e Buriasco nos mostra que a maioria dos alunos parece ter ignorado parcial ou completamente o conceito apresentado, por não conseguirem formar um *conceito imagem* dele, ou por não terem simplesmente lido a questão atentamente. Para solucioná-la, valeram-se de conceitos que por algum motivo remetiam a idéia de valor médio como o de média, ou então utilizaram apenas parte do conceito apresentado. Houve um decréscimo no número de acertos do segundo para o terceiro e desse para o quarto ano. Souza ressalta, assim, que os conteúdos dessa questão são outros que têm grande chance de não serem incorporados ao conhecimento final do aluno do curso de matemática.

De um modo geral, 70% das questões foram consideradas difíceis ou muito difíceis, ou melhor, tiveram menos de 35% de acertos. Nenhuma questão teve mais de 85% de acertos e apenas uma superou os 65%. Além disso, mesmo as questões que Souza chama de rotineiras (aquelas que normalmente estão presentes nos livros de matemática) tiveram percentuais de acerto baixos. Foram consideradas difíceis ou muito difíceis, metade das questões rotineiras e 90% das não rotineiras.

Podemos sintetizar as conclusões de Souza e Souza e Buriasco nos seguintes pontos, os alunos: a) possuem grandes dificuldades em interpretação, e, por isso, deveria haver uma disciplina dessa natureza nos cursos de licenciatura; b) apresentam dificuldade em demonstrar resultados mais gerais, questões que pediam esse tipo de demonstração foram deixadas maciçamente em branco; c) para cursarem análise é necessário que utilizem tanto seus *conceitos imagem* quanto seus *conceitos definição*, é essencial também que tenham bem claros os *conceitos definição* de função, derivada e integral; d) tirariam maior proveito do curso de análise se o professor puder conhecer seus *conceitos imagem*, ainda que essa tarefa seja difícil. Souza propõe ainda que a disciplina de análise seja conduzida por meio da investigação matemática, pois esse tipo de abordagem promoveria uma dinâmica de aula mais ativa e envolvente e permitiria a argumentação e o uso da indução e analogia como ferramentas para a formação e aquisição de *conceitos imagem* e *conceitos definição* esperados, o que geraria um aprendizado mais eficaz.

Assim como nos outros trabalhos, uma apresentação do que seja *conceito imagem* e *conceito definição*, bem como uma análise de questões que avaliam conceitos considerados fundamentais para uma disciplina de análise, são os pontos tratados em Souza, Fatori[72] e Buriasco (2005), *Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática Lidam com Alguns*

[72] Luci Harue Fatori possui bacharelado em matemática pela UEL, mestrado em Matemática pelo IMPA e doutorado em Matemática pela UFRJ. Atualmente é professora associada da UEL.

Conceitos Básicos do Cálculo I, trabalho publicado no BOLEMA. São utilizadas como exemplo as questões 1, 3, 6 e 10. As conclusões, não trazem novidades em relação aos resultados que já descrevemos de Souza (2003) e Souza e Buriasco (2003).

ANÁLISE MATEMÁTICA E AFETIVIDADE

Bortoloti[73] (2003) discute, num contexto de avaliação, como se configuram as emoções dos alunos de bacharelado e licenciatura em matemática que cursam a disciplina de análise. A hipótese é que as emoções interferem de modo negativo no desenvolvimento acadêmico dos alunos, influenciando o seu desempenho nas avaliações. Além disso, Bortoloti partiu do pressuposto de que a prova é o único método de avaliação utilizado nas disciplinas de análise. Esse trabalho, *Emoções que Emergem da Prática Avaliativa em Matemática*, é uma dissertação de mestrado defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Essa mesma pesquisa gerou mais dois trabalhos, Bortoloti (2006), *O Comportamento Emocional e a Avaliação da Disciplina Análise Real: Tecendo Algumas Considerações*, publicado dos Anais do III SIPEM, e Bortoloti (2009), *Afeto e Cognição no Contexto da Disciplina de Análise Real no Curso de Matemática,* um capítulo do livro *Educação Matemática no Ensino Superior*. Podemos dizer que tanto em Bortoloti (2006), quanto em Bortoloti (2009), encontramos um recorte da dissertação de mestrado dessa pesquisadora. No entanto, no primeiro deles, apenas alguns aspectos do seu trabalho de mestrado são vistos, já no segundo, novas reflexões são trazidas, bem como a análise dos resultados segue categorias melhor delimitadas. Por conta disso, traremos alguns apontamentos presentes nesse trabalho.

Bortoloti define alguns termos aos quais faz referência no decorrer do seu trabalho. A *afetividade* pode ser descrita em termos de *crenças, atitudes e emoções*. Devido ao seu interesse especial pelas *emoções*, Bortoloti delimita esse subdomínio da *afetividade* como sendo uma combinação de um processo avaliatório mental com respostas dirigidas tanto ao corpo quanto ao cérebro, resultando num estado emocional do corpo e em alterações mentais adicionais. Uma vez que *ansiedade*, que tem seu aspecto cognitivo e afetivo, é uma das

[73] Roberta D'Ângela Menduni Bortoloti é licenciada em Matemática pela UFES e mestre pela mesma universidade. Atualmente é professora assistente na UESB.

emoções mais relatadas em seu estudo, delimita-se também essa palavra: estado de agitação motivado por uma situação problemática.

A opção pela análise foi feita por conta do alto índice de reprovação que a pesquisadora observou nessa disciplina onde realizou sua pesquisa, a UFES. Pesou em sua decisão também o fato dessa disciplina ser considerada pelos alunos como uma das mais difíceis do curso. Assim sendo, Bortoloti investigou as emoções dos alunos com relação a avaliação da disciplina de análise no curso de matemática da UEFS, configurando o problema num tripé: emoções, avaliação e disciplina de análise.

Na UEFS há duas disciplinas de análise na grade do curso de matemática, sendo que uma é comum a ambas as modalidades e a outra é exclusiva do bacharelado. Bortoloti abordou em seu trabalho apenas a comum, *Análise I*, cuja ementa vai de conjuntos, construção dos racionais e reais até seqüências e séries de funções e integrais, passando pelos conteúdos tradicionais como limites, continuidade e derivadas. O livro adotado foi *Análise Real* de Elon Lajes Lima. Bortoloti destaca que embora os conteúdos de integração estejam na disciplina comum, são vistos separadamente para cada modalidade.

O estudo de Bortoloti tem um caráter qualitativo e caracterizou-se como um estudo de caso. Oito estudantes de um curso de análise participaram da pesquisa, metade deles da modalidade bacharelado e metade da licenciatura. Os instrumentos utilizados para a coleta foram registros de observações em sala de aula, entrevistas semi-estruturadas e um questionário. O material foi analisado por meio da *análise de conteúdo* e pautou-se em três categorias que emergiram da sua própria análise: *emoções* (que sentimento caracterizava, para cada aluno, o comportamento da turma em dia de prova, quais emoções foram pronunciadas com maior freqüência antes, durante e depois das provas, quais eram as possíveis justificativas para tais sentimentos), *disciplina de Análise* (como essa disciplina era entendida, se apresentava alguma particularidade em relação às demais, como eram os hábitos de estudo, quais eram as maiores dificuldades) e *avaliação* (como se deu a preparação para a prova, quais as estratégias utilizadas e o significado da prova). Na análise feita em Bortoloti (2006), apenas as duas primeiras categorias foram apresentadas e, ainda assim, somente alguns aspectos delas. Já em Bortoloti (2009), os depoimentos dos alunos foram investigados em relação a duas categorias que abarcam as três de Bortoloti (2003).

Antes de caracterizar quais emoções surgiram, Bortoloti discute brevemente como elas surgiram. Para a pesquisadora, o chamado "branco", ou interrupção do pensamento, foi o maior gerador de emoções e reações por parte dos alunos. Por outro lado, as emoções também

desencadearam bloqueios que interromperam o pensamento dos alunos no momento da avaliação. Temos, assim, um ciclo. Bortoloti não se aprofunda nessa discussão, apenas lança questões que exibem que o *como* do surgimento das emoções não foi esclarecido: o que fez com que o bloqueio ou a interrupção do pensamento surgissem ocasionando as emoções e reações? O que fez com que os alunos manifestassem essas emoções ocasionando a interrupção do pensamento e os bloqueios?

O nervosismo e a ansiedade foram as emoções mais freqüentemente citadas como presentes antes das provas. As seis razões relatadas foram: insegurança com relação ao domínio do conteúdo; preocupação com o tempo; cobrança pessoal com relação ao próprio desempenho; dificuldade da prova; medo de não corresponder às expectativas do professor; preparação inadequada. Sobre a última delas, Bortoloti cita Tobias (1985)[74], que diz que hábitos de estudo incorretos ou estratégias para resolução de provas inadequadas muitas vezes explicam o baixo desempenho dos alunos. Quando a avaliação se deu por meio de um seminário, a única razão relatada foi a preocupação com a transmissão, com a clareza da informação passada. Com base nessas respostas, a pesquisadora ressalta a importância do professor não ignorar que os aspectos afetivos interagem com os aspectos cognitivos. Em termos práticos, realizar provas com maior tempo de duração já poderia significar evitar uma das preocupações dos alunos. Sobre as emoções pronunciadas depois das provas, o sentimento mais relatado foi o de alívio. Os alunos disseram que se sentiram livres após a avaliação, como se tivessem cumprido uma tarefa, ainda que o resultado fosse negativo.

Ansiedade também foi a emoção mais citada no levantamento da pesquisadora sobre os sentimentos que cada aluno observou no comportamento da turma como um todo em dia de prova. Os depoentes citaram quatro causas de tal ansiedade por parte dos colegas: pressa para resolver a prova e livrar-se da obrigação, preparação inadequada, preocupação com o próprio desempenho e a disciplina de análise em si. Esse último aspecto merece destaque. É interessante notar que, independentemente de outros pontos, a própria disciplina já é causadora de ansiedade. Os alunos relataram que os depoimentos dos colegas sobre a disciplina, o histórico de reprovação que existe nela e até falas de professores é que causaram tal sentimento com relação à análise. Para Bortoloti, essas três situações delimitam um ciclo composto pelas *emoções*, *atitudes* e *crenças*. Os depoimentos dos colegas ou de professores fazem com que o aluno reaja *emocionalmente* a eles. As reações conjuntamente com as

[74] TOBIAS, S. Test Anxiety: interference, defective skills, and cognitive capacity. **Educational Psychologist**. 1985, p. 135-142.

próprias *crenças* do aluno, solidificam-se em *atitudes* negativas com relação à disciplina. No caso de alguns alunos, a idéia de que teriam um desempenho ruim na disciplina só passou após a primeira avaliação, outros, no entanto, desistiram antes mesmo desse momento, donde é possível que não tenham tido a oportunidade de desfazer suas idéias anteriores.

Por acreditar que a maneira como o aluno concebe uma disciplina influencia aspectos cognitivos e afetivos relacionados ao seu desenvolvimento, Bortoloti olhou para essa questão com relação à disciplina de análise. De uma maneira geral, os alunos entrevistados conceberam-na como um estudo dos conceitos relacionados ao cálculo. Em Bortoloti (2009), a pesquisadora destaca que em nenhum depoimento surgiu a concepção dos professores universitários apontada na pesquisa de Moreira, Cury e Vianna (2005), qual seja, a de uma disciplina que proporciona um aprofundamento dos conceitos da matemática escolar. Esse descompasso mostra que a sistematização dos conteúdos de análise não foi pensada de modo a orientá-la para o professor da educação básica, mesmo quando é dada a licenciandos.

Outro ponto que é frisado é a dedicação que os alunos acreditam que seja necessária para o acompanhamento da disciplina. Sobre isso, Bortoloti frisa que o próprio livro de Elon Lajes Lima, adotado na turma em questão, fala em seu prefácio que o acompanhamento dos conteúdos exige um 'sério esforço' por parte do estudante.

Sobre as dificuldades relatadas pelos alunos com a disciplina, Bortoloti destaca a preocupação demonstrada com relação a redação de suas respostas. A pesquisadora acredita que o motivo de tal preocupação advém da falta de maturidade matemática que os alunos costumam ter quando cursam análise, inclusive, essa foi uma das razões apontadas pelos próprios alunos para a dificuldade que têm com a disciplina. Para eles, o não amadurecimento das idéias é ocasionado pela falta de tempo e pelo acúmulo de informações. O professor da disciplina, preocupado com essas questões, e ao constatar o fracasso dos alunos em sua primeira avaliação, propôs à turma que todos apresentassem no quadro suas idéias para que fossem discutidas pela turma como um todo a fim de entender os erros cometidos, redigir o texto e encontrar a solução mais viável.

Outras duas razões apresentadas pelos alunos como ocasionadoras das suas dificuldades com a disciplina, presentes em Bortoloti (2009) são: o próprio nível de dificuldade da disciplina e fato da leitura de exercícios resolvidos não ser sinônimo de aprendizagem construída. Esse último ponto remete ao modo como os estudantes de matemática normalmente estudam. Para a pesquisadora, isso revela que memorizar, decorar teoremas e saber definições não basta para o entendimento da disciplina. Na realidade, ela

observa que os alunos tendem a adotar uma única estratégia de estudo, dentre as duas citadas por eles: fazer exercícios ou estudar a teoria.

Bortoloti faz ainda considerações sobre a avaliação em matemática, e em particular sobre a avaliação na disciplina de análise. A pesquisadora constata que a prova é considerada pela maioria dos alunos como a melhor forma de avaliar o desempenho, inclusive com relação a disciplina de análise. Entretanto, em ambos os casos, essa visão não foi consensual. Muitos alunos acreditam que na prova o aluno tanto pode apresentar um desempenho inferior ao real, quanto superior. Para o primeiro caso, relatou-se principalmente o nervosismo e a seleção de questões como causas dessa discrepância. Para o segundo, alguns alunos disseram que a chamada "cola" e também sorte podem contribuir para que o aluno consiga uma nota além do seu real aprendizado. De qualquer modo, os alunos defenderam uma avaliação que se paute em mais de um método, ainda que a prova seja o central.

O professor da disciplina observada avaliou seus alunos também por meio de seminários, mas relatou a pesquisadora que acredita que esse método é limitado, já que consegue avaliar apenas uma parte do conteúdo e ainda assim de modo superficial. Na mesma direção, acredita que a avaliação por meio de trabalhos em grupo também não é eficaz, já que o aluno pode contar com a ajuda tanto dos colegas como de outras pessoas. Para o professor, a avaliação por meio de prova é muito importante pois requer do aluno o treinamento com a parte escrita da matemática, justamente um dos pontos onde os alunos mais têm dificuldade.

Destacamos, por fim, o apanhado geral de sua pesquisa e algumas considerações mais contundentes que são feitas no item final de Bortoloti (2009). Para a pesquisadora, seu trabalho destaca a influência dos aspectos afetivos sobre o desenvolvimento dos alunos na disciplina de análise. Ignorar tal fato pode acarretar na manutenção de crenças desfavoráveis do aluno com relação à disciplina (muito difícil, impossível passar) a ao seu próprio desempenho (não conseguirei, é necessário muito esforço). Bortoloti afirma que seu trabalho possui especificidade com relação a disciplina de análise uma vez que os alunos fizeram referência direta a sua estrutura, compararam-na com outras do curso e a diferenciaram das demais em sua abordagem. Dessa forma, os resultados de seu trabalho não necessariamente podem ser estendidos para outras disciplinas matemáticas.

TRANSIÇÃO DO CÁLCULO PARA A ANÁLISE

O trabalho de Pinto[75] (2001a), *Discutindo a Transição dos Cálculos para a Análise Real*, apesar de seu título, não foca suas discussões sobre a transição do cálculo para a análise. O que Pinto traz, na realidade, é uma caracterização dos diferentes alunos que fazem a disciplina de análise, aponta algumas dificuldades apresentadas por eles e mostra que existe certo padrão geral no caso dos licenciandos. O livro no qual está publicado esse trabalho, como um de seus capítulos, é uma coletânea de trabalhos onde os autores trazem o olhar de professores de matemática sobre o ensino de cálculo.

Pinto traz algumas considerações sobre o que considera fundamentalmente diferente no ensino do cálculo e da análise. Enquanto no cálculo são enfatizados aspectos computacionais e de manipulação simbólica visando obter uma resposta final, na análise fundamenta-se os princípios axiomáticos e sistemáticos, com definições formais. Essa diferença acarreta num grande impacto na transição do cálculo para a análise.

A pesquisadora acompanhou o desenvolvimento de alunos durante seu primeiro contato com essa matemática formal. De um modo mais geral, Pinto procurou observar algumas diferenças marcantes existentes entre a chamada matemática elementar, aquela vista na educação básica e até mesmo nos cursos de cálculo, e a matemática formal, quais sejam: a coerência, o descrever, o convencer versus a conseqüência, o definir, o provar.

O referencial para coleta e análise dos dados adotado na pesquisa de Pinto seguiu a teoria do *Advanced Mathematical Thinking Group* e foi dividida em duas etapas. Na primeira delas, um estudo inicial, foi analisado um trabalho individual escrito de vinte estudantes de licenciatura em matemática e entrevistas com sete deles. Dessa etapa, a pesquisadora concluiu que poucos estudantes dominam a teoria formal da disciplina ao final do curso, sendo que a grande maioria constrói e fundamenta suas argumentações baseando-se somente em imagens. Na segunda etapa, onze bacharelandos e quatro licenciandos foram entrevistados e acompanhados em seus primeiros cursos de análise real.

O percurso que Pinto tomou para analisar os dados de seu estudo a partir do estudo inicial seguiu um processo que podemos chamar de classificação/análise/classificação, no qual cada análise serve para reavaliar a classificação feita que acarreta numa nova análise,

[75] Márcia Maria Fusaro Pinto é graduada em Matemática pela UFMG, mestre em Matemática pela mesma universidade e doutora em Educação Matemática pela University of Warwick. Foi professora na UFMG até 2009 e atualmente é professora adjunta na UFRJ.

sucessivamente até que uma estrutura natural emirja. Desse processo, Pinto separou os estudantes em dois tipos, os que *extraem significados* (são aqueles que aceitam as 'novas regras do jogo; partem das definições formais dos conceitos e trabalham com as novas noções de prova) e os que *atribuem significado* (relacionam-se com as novas idéias por meio de suas experiências anteriores), e analisou neles três pontos: as *definições*, os *argumentos* e as *imagens*. As definições foram categorizadas em: *descritivas*, *formais corretas* ou *formais distorcidas*. Os argumentos: *fundamentados na teoria formal* ou *fundamentados em experimentações mentais*. As imagens: *construídas a partir das definições* ou *não construídas a partir das definições*. Dentre os onze bacharelandos que foram acompanhados e entrevistados, Pinto apresenta o caso de quatro: Ross, Chris, Rolf e Cliff. A pesquisadora também traz considerações sobre os licenciandos, porém sem trazer nenhum caso específico.

Ross, um aluno que *extrai significado*, faz constante uso da memória em suas colocações, porém não de um modo mecânico. Segundo Pinto, a memória representa um papel importante no entendimento da matemática, sendo que o que distingue os que de fato entendem dos que não, é a maneira como ela é usada. As *definições* de Ross são majoritariamente simbólicas, com grande uso de representações verbais. Apresenta as definições corretamente. Com relação aos *argumentos*, baseia-se na teoria formal. Já suas imagens fazem uso de definições como critério para tomada de decisão, entretanto, sua construção foi feita a partir da teoria formal compartimentalizada.

Chris, aluno que *atribui significado*, faz constante uso de imagens visuais, esforça-se para não perder o contexto de vista em suas interpretações a fim de tornar o conceito concreto, para isso, vale-se de múltiplas representações. Suas *definições* são essencialmente descritivas e as *argumentações* baseiam-se na experimentação mental, que, no entanto, não é usada para provar afirmações, mas sim para atribuir significado para o conteúdo formal. Conclui sua argumentação em contexto formal. Já as suas *imagens* são construídas a partir das definições, revelando um processo de reconstrução de sua experiência prévia, o que explicita o conflito entre essa e o conhecimento novo.

Rolf também é um estudante que *extrai significado*. Entretanto, diferentemente de Ross, tende a recorrer à sua memória de modo mecanizado. Suas *definições*, *argumentos* e *imagens* são baseados na teoria formal, entretanto as primeiras parecem distorcidas, os *argumentos*, decorados e as *imagens*, compartimentalizadas.

Já Cliff, assemelha-se mais a Chris, já que parece *atribuir significado*. Suas *definições* também são descritivas, entretanto os *argumentos* são fundamentados em *imagens* que por sua vez não parecem ser construídas com a teoria formal.

Com relação aos estudantes do curso de licenciatura, os resultados da segunda etapa da pesquisa confirmaram os obtidos na fase preliminar. De um modo geral, são homogêneos, evitam o formalismo, suas *definições* são descritivas e seus *argumentos* baseados em *imagens* que não são construídas a partir da teoria formal. A prova matemática tem um tom de explicação, fundamentada em exemplos específicos.

Para Pinto, o desempenho dos alunos da licenciatura mostra que devem ser discutidos aspectos relacionados à pertinência de um curso de análise nos currículos, bem como outros relacionados com a disposição desses alunos em acompanhar essa disciplina.

Consideramos de suma importância destacar a preocupação da pesquisadora com a opção que muitos alunos fazem de trocar o bacharelado pela licenciatura unicamente porque a segunda possui um número menor de disciplinas específicas que a primeira, o que acaba contribuindo para que se mantenha uma cultura entre os bacharelandos e licenciandos na qual a matemática é vista como ciência e disciplina exclusiva de poucos iluminados. Essa visão não contribui para a formação de nenhum dos dois tipos de profissionais. Relevante também, embora até seja parte do senso comum, é uma das conclusões de sua pesquisa: não existe fórmula ou engenharia única que possa conduzir o ensino da matemática avançada; os estudantes possuem suas próprias estratégias de aprendizagem e às elas se relacionam demandas cognitivas diferentes. Essa conclusão se contrapõe aos estudos que sugerem que o desenvolvimento de teorias formais sempre podem ser analisados sob o viés de processos mentais e representações simbólico-proposicionais.

Em Pinto (2009), *Re-visitando uma Teoria: O Desenvolvimento Matemático de Estudantes em um Primeiro Curso de Análise Real*, temos discussões dos processos cognitivos por meio dos quais os alunos de matemática lidam com as deduções e definições formais e como lidam com elas os futuros professores de matemática. Essencialmente, Pinto retomará e reinterpretará alguns de seus próprios resultados, notadamente aqueles referentes à transição do cálculo para a análise, tendo como base uma literatura mais atual. Mais especificamente, a pesquisadora descreve as concepções de algumas pesquisas que tratam da produção de conhecimento por matemáticos profissionais e das estratégias de aprendizagem de estudantes de matemática avançada com o objetivo de iniciar uma confrontação de suas

categorizações feitas em trabalhos anteriores com a de outros pesquisadores. O livro no qual está publicado esse artigo é o mesmo onde encontramos Reis (2009) e Bortoloti (2009).

Antes de mais nada, achamos relevante tecer considerações sobre a terminologia adotada por Pinto (2009). O texto, em alguns momentos, usa de algumas palavras como *aspectos*, *estratégias*, *abordagens* em contextos diferentes, o que causa certa confusão. Outro exemplo, ora a autora se refere ao *formal* e *natural* como *abordagens*, ora usa a palavra para fazer referência às *definições*, *argumentos* e *imagens*. Pinto também abandona a terminologia que adota logo no início do trabalho, aquilo que depois será por ela chamado de *formal* e *natural,* a princípio foi chamado de *extraindo significado* e *atribuindo significado*.

Os relatos de Poincaré (1913)[76] e MacLane (1994)[77], de modo geral, parecem apontar para duas estratégias de produção de conhecimento por matemáticos, a *intuitiva* ou *informal* e a *formal*. A pesquisa de Burton (2002)[78] traz três categorias de pensamento: *visual* (pensando em figuras, freqüentemente dinâmicas), *analítica* (pensando simbolicamente, formalisticamente) e *conceitual* (pensando em idéias, classificando). Segundo essa pesquisa, a maioria dos matemáticos articula pelo menos dois modos distintos de operar.

Com relação às estratégias dos estudantes, Harel e Showder (1998)[79] formularam a noção de prova. Para eles, os estudantes convencem a si mesmos e aos outros sobre a veracidade de resultados matemáticos usando esquemas de *convicção externa*, *empíricos* ou *dedutivos*. Para Weber e Alcock (2004)[80], há dois modos qualitativamente distintos de se apresentar uma prova matemática formal, o *semântico* e o *sintático*. No primeiro deles, o estudante é guiado em suas colocações por meio de representações dos objetos matemáticos para os quais a afirmativa se aplica. No segundo caso, a prova é formulada a partir de manipulações corretas das definições, de modo lógico e aceitável.

Numa seqüência de artigos relacionados, Alcock e Simpson (2002[81], 2004[82], 2005[83]), dividem em dois grupos os estudantes de matemática: os *visualizadores* e os *não-*

[76] POINCARÉ, H. **Mathematics and Science**: Last Essays. New York: Dover, 1913.
[77] MACLANE, S. Responses to Theoretical Mathematics. **Bulletin of the American Mathematics Society**, v.30, n.2, p.20-24, 1991.
[78] BURTON, L. Recognising Commonalities and Reconciling Differences in Mathematics Education. **Educational Studies in Mathematics**, v.50, n.2, p. 157-175, 2002.
[79] HAREL, G.; SOWDER, L. Students' proof schemes. In : DUBINSKY, E. ; SCHOENFELD, A. ; KAPUT, J. (Eds.). **Research on Collegiate Mathematics Education**. Providence, Ri: MAS, 1998. v. 3. P. 234-283.
[80] WEBER, K.; ALCOCK, L. J. Semantic and Syntatic proof productions. **Educational Studies in Mathematics**, n.56, p. 209-234, 2004.
[81] ALCOCK, L. J.; SIMPSON, A. P. Definitions : Dealing with categories mathematically. **For the Learnig of Mathematics**, v.22, n.2, p.28-34, 2002.

visualizadores. Os *visualizadores* são aqueles que incluem imagens visuais em suas argumentações, o outro grupo, obviamente, os que não incluem. Os pesquisadores ainda falam do *sentido de autoridade interno/externo*, que trata das crenças que os alunos têm sobre seu papel na aprendizagem da matemática.

Finalmente, Weber (2004)[84] descreve o desempenho dos estudantes em três categorias: *natural*, *formal* e *procedural*. Pinto em sua tese de doutorado classifica o desempenho dos estudantes em termos das duas primeiras. Weber identifica ainda três estilos de ensinar: *lógico-estrutural*, *procedural* e *relacional*.

Pinto confronta as idéias dos pesquisadores citados entre si e também com as suas próprias. Alcock e Simpson levam em consideração o uso de *imagens visuais* como critério de categorização das estratégias dos estudantes. Para Pinto, a categorização feita por ela em sua tese é mais conveniente, visto que as *imagens visuais* podem ter diversos papéis na aprendizagem matemática, e não apenas o de referenciar desenvolvimentos essencialmente simbólicos ou orientar a argumentação matemática. Além disso, o papel descrito por Alcock e Simpson para as *imagens visuais* também podem ser exercido por outras representações, como as concepções espontâneas. Desse modo, Pinto reforça sua escolha pelas denominações *natural* e *formal,* que podem ser identificados, ainda que parcialmente, com o *visual* e *não-visual* de Alcock e Simpson, respectivamente.

Pinto segue explanando sobre outras diferenças e semelhanças entre suas categorias e a as demais apresentadas. Segundo Pinto, o sentido de *autoridade externa/interna* de Alcock e Simpson é desenvolvido de modo diferente entre os alunos dos grupos *formal* (*não-visualizadores*) e *natural* (*visualizadores*).

Os estudantes do grupo *formal* reconhecem uma verdade matemática quando essa é estabelecida por meio de argumentação formal e simbólica (externa). Entretanto, muitas vezes não se sentem convencidos (internamente) dela. Para esses alunos, é importante desenvolver uma espécie de significado interno, do contrário, a construção da teoria matemática constituir-se-á como uma atividade alienígena, procedimental e compartimentalizada. No caso do aluno

---

[82] ALCOCK, L. J.; SIMPSON, A. P. Convergence of sequences and series : interactions between nonviusal reasoning and learner's beliefs about their own role. **Education Studies in Mathematics**, v. 57, n. 1, p.1-32, 2004.

[83] ALCOCK, L. J.; SIMPSON, A. P. Convergence od sequences and series 2 : interactions between nonvisual reasoning and learner's beliefs about their own role. **Education Studies in Mathematics**, v. 58, n. 1, p. 157-175, 2005.

[84] WEBER, K. Traditional instruction in advanced mathematical courses : a case study of one professor's lectures and proofs in an introductory real analysis course. **The Journal of Mathematics Behavior**, v. 23, n. 2, p. 115-133, 2004.

Ross, esse significado interno deu-se através de uma *produção sintática de prova*. Esse exemplo se contrapõe à posição de Weber e Alcock de que *provas sintáticas* não são positivas no processo de ensino-aprendizagem da matemática formal.

Os estudantes do grupo *natural*, por outro lado, parecem desenvolver uma *convicção intuitiva interna*. Para esses alunos, existe uma confiança na intuição mesmo quando suas teorias não são consistentes com a apresentada pelo professor. O motivo dessa confiança, segundo Pinto, vem das percepções desses estudantes, que são pautadas em experiências anteriores e significativas para eles. Apesar disso, não se pode dizer que via de regra, tais estudantes não produzam conhecimento como os matemáticos profissionais e, como um exemplo disso, Pinto fala de Chris, que se relaciona com os conteúdos de uma forma *natural* e produz conhecimento de modo *semântico*.

Finalizando a identificação de suas categorias com as criadas pelos demais pesquisadores citados, Pinto fala das categorias de Weber com relação ao modo como os alunos aprendem a matemática formal. Além do *natural* e do *formal,* Weber admite uma terceira abordagem, a *procedural*. Para ela, no entanto, tal abordagem pode ser reconhecida como uma faixa de desempenho dentro da *formal*. A pesquisadora ressalta que existe um debate a respeito disso, e que Weber preferiu, então, considerar essa faixa à parte. Pinto destaca que o mais relevante no trabalho de Weber é a análise feita sobre os modos com que os estudantes se relacionam com a aprendizagem do conteúdo. Alcock e Simpson também tratam dessa questão. Os estudantes de análise costumam chegar ao curso com uma vivência considerável em matemática, desse modo, já terão estabelecido certas preferências com relação a representações do conteúdo, verbais, algébricas, visuais etc. Na maioria dos casos, os alunos na escola básica possuíam um ambiente de aprendizagem muito mais amplo – envolvendo deduções, manipulações simbólicas, estratégias de resolução de problemas etc. – quando comparado ao da universidade, onde se tem basicamente exposição no quadro negro.

Entretanto, Pinto nos fala que os modos como os estudantes se relacionam com a aprendizagem do conteúdo se atualizam continuamente, assim sendo, podem ocorrer variações mediante a alteração de planejamento de um mesmo professor ou, quando os alunos, por exemplo, ao perceber seu fracasso inicial, recorrem à memorização ou a outras estratégias unicamente com o objetivo de serem aprovados.

Pinto, então, retoma os objetivos e resultados de suas pesquisas anteriores. Particularmente com relação a sua tese de doutorado de 1998[85], Pinto conclui que a nova experiência matemática de um primeiro curso de análise acarreta em diferentes respostas e relações com seus conteúdos por parte dos estudantes. As relações *formal* e *natural* podem ser caracterizadas em termos das *definições*, *argumentos* e *imagens*. Na relação de aprendizagem *formal*, os *argumentos* são construídos quase que exclusivamente por meio de representações verbais e algébricas, podendo ser caracterizados como predominantemente *sintáticos*. As *definições* geralmente são memorizadas, quer por uso reflexivo, quer por repetição. As *imagens* não obrigatoriamente provocam conflito, podendo simplesmente constituir uma compartimentalização de outras experiências matemáticas. Na relação de aprendizagem *natural*, os *argumentos* são orientados por representações geralmente não-verbais e por conceitos prévios envolvidos, podendo ser caracterizados como predominantemente *semânticos*. As *imagens* necessitam ser constantemente construídas.

Pinto conclui a partir de seus resultados que não existe um modo único e efetivo para apresentar a matemática formal ou para direcionar um percurso que objetive a produção de significado. As demandas cognitivas dos estudantes são muitas, de modo que o professor deve perceber outras estratégias e caminhos.

O terceiro trabalho de Pinto que trazemos é Pinto (2001b), *Entendendo Análise Real*, publicado nos Anais do I SIPEM. É bastante breve se comparado aos demais, Pinto trata da análise que fez das entrevistas com alunos e observações que fez das aulas de análise na Universidade de Warwick. Para isso, utiliza das mesmas *abordagens* e *temas* já descritos. Traz como exemplos os alunos Ross e Chris. Os resultados e discussões trazidas não são novidades com relação aos que já relatamos.

O ENSINO DO CÁLCULO E DA ANÁLISE

O trabalho de Ávila[86] (2002) difere dos demais até aqui apresentados por ter sido publicado num periódico que tradicionalmente só divulga pesquisas em matemática pura. Em seu *O Ensino de Cálculo e Análise*, publicado na revista Matemática Universitária da

[85] PINTO, M. M. F. **Students' understanding of real analysis**. 1998. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Mathematics Education Research Centre, University of Warwick, England, 1998.

[86] Geraldo Severo de Souza Ávila foi licenciado em Matemática na USP e mestre e doutor em Matemática pela Universidade de Nova York. Foi professor em diversas instituições de ensino brasileiras como o ITA, UNB, UNICAMP e UFG. Faleceu em 29/08/2010.

Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), o autor traz algumas reflexões suas sobre o ensino de cálculo e de análise, principalmente pautadas em aspectos históricos e na sua experiência como docente das disciplinas.

Segundo Ávila, até a década de sessenta, os cursos de cálculo e de análise seguiam o modelo europeu, onde se via numa só disciplina tanto o que hoje chamamos de cálculo quanto o que chamamos de análise. Com a adoção dos livros estadunidenses a partir da década de sessenta é que começou-se a ensinar o cálculo primeiro, conforme é feito até hoje. Apesar disso, Ávila ressalta que ainda há resquícios do velho modelo, uma vez que muitos livros de cálculo ainda adotados são bastante rigorosos em suas definições e demonstrações de propriedades de limite, por exemplo.

Para o pesquisador, foi positiva, do ponto de vista pedagógico, separar o cálculo da análise. Ávila acredita que ensinar o cálculo primeiro é necessário não só por conta da deficiência de formação dos alunos na educação básica, mas também por que só depois de terem compreendido bem conceitos de derivada e visto algumas aplicações é que os alunos estarão devidamente preparados para cursar uma disciplina de análise. Essa ordem, que é chamada por Ávila de "ordem natural", tem razões históricas.

Os primórdios do Cálculo podem ser detectados ainda na Grécia, com Arquimedes. Entretanto, seu maior salto só aconteceria dezoito séculos depois, já nos tempos modernos. A razão desse grande período de estagnação seria a exigência exagerada da matemática grega com o rigor, o que impediu que alguns passos fossem dados à época. Matemáticos como Cavalieri e Euler estavam mais preocupados com uma atitude prática, seguindo raciocínios intuitivos e de visualização geométrica. Essa visão, que perdurou por cerca de duzentos anos, teria sido uma das peças-chave para o desenvolvimento do Cálculo. Já o desenvolvimento da Análise, na visão de Ávila, tem seus primeiros marcos com os trabalhos de Abel e Dirichlet, já no século XIX, quando, depois de mais de um século e meio do início do desenvolvimento do Cálculo, é que os conceitos de função, limite, derivada e integral foram formalizados. A definição precisa de limite, por ε e δ, por exemplo, só surgiu com Weierstrass em 1874. Assim sendo, para Ávila não parece ser razoável exigir dos alunos que tratem tão formalmente desses conceitos logo num primeiro curso de cálculo.

Enveredando em exemplos mais concretos dessa "ordem natural", Ávila defende que certos conceitos só devem ser apresentados a partir de situações que efetivamente o requeiram. O pesquisador lembra que o conceito de derivada antecede, historicamente, o conceito de limite. Além disso, ao se introduzir o conceito de derivada primeiramente, a

necessidade de se calcular limite passa a surgir de modo natural, ao contrário do que se vê muitas vezes quando essa ordem é alterada. Quando é pedido ao aluno que calcule o limite de

$$\frac{x^2 - 9}{x - 3}$$

para x tendendo a 3, não é possível justificar o porquê de não se trabalhar diretamente com a expressão simplificada $x + 3$. Entretanto, a idéia de se obter o declive da reta tangente à curva $y = x^2$ no ponto $x = 3$ a partir da secante que passa pelos pontos $(3,9)$ e (x, x^2) expressa bem que o limite da razão incremental é seis quando x tende a três. Ávila cita ainda exemplos de limites envolvendo funções trigonométricas que são usados para o cálculo da derivadas dessas funções, donde, igualmente, tornar-se mais profícuos caso haja a inversão da ordem de apresentação de conceitos defendida por ele.

O caso da continuidade é semelhante. Para Ávila, esse conceito tem pouca importância num primeiro curso de cálculo, da mesma forma que teve pouca importância durante muito tempo na matemática. O motivo é simples, os matemáticos só começaram a lidar efetivamente com esse conceito quando começaram a encontrar as primeiras funções descontínuas, o que não aconteceria antes dos trabalhos de Fourier sobre propagação do calor, já quase no século XIX. É razoável então, para Ávila, que a continuidade só seja tratada quando se tem aparato suficiente para que os exemplos utilizados não sejam artificiais. Embora séries trigonométricas possam trazer bons exemplos, não são convenientes num primeiro curso de cálculo. Os melhores exemplos viriam da derivada da função $sen(1/x)$. Ávila pontua, seguindo nessa direção, que após familiarizar os alunos com as funções $sen(x)$ e $sen(1/x)$ é possível chegar de modo natural pelo processo de derivação a uma função descontínua.

Ao modo de ver de Ávila, portanto, os alunos devem num primeiro curso de cálculo familiarizar-se o quanto antes com as idéias e técnicas de derivação, para só depois tomarem contato com os conceitos de limite e continuidade. Esse curso de cálculo, de no máximo dois semestres, deve tratar ainda da integral, problemas de máximos e mínimos, integração por substituição e por partes, regras de L'Hôspital, comportamento das funções elementares, logaritmo e exponencial, suas aplicações e exemplos simples de integrais impróprias. Vistos tais tópicos, os alunos estariam preparados para um curso de análise, onde se ensinaria, dentre outros pontos, a teoria da integral de Riemann, continuidade uniforme, convergência uniforme e aplicações, que não cabem, para Ávila, num segundo curso de cálculo.

CAPÍTULO 4

DESVELANDO ALGUNS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

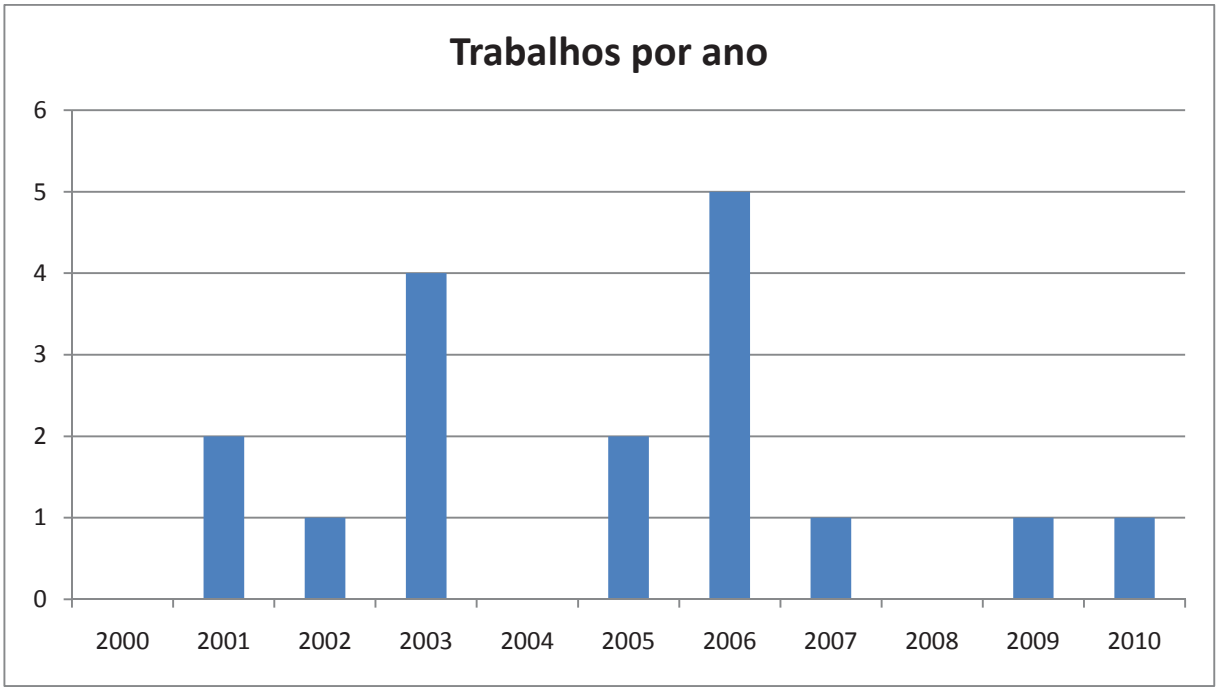
Procuraremos neste item desvelar algumas tendências nas pesquisas sobre o ensino de análise. Demos especial atenção para o ano em que as pesquisas foram publicadas, o veículo utilizado (dissertação ou tese, periódico ou anais), a titulação do primeiro autor, o estado (subdivisão administrativa) onde foram defendidas as dissertações ou teses, as palavras-chave indicadas, a forma de coleta de dados e os sub-temas mais discutidos. Convém ressaltar que a maior parte de nossas considerações aqui feitas tomam por base apenas os 17 trabalhos resultantes de nosso processo de mapeamento. Quando estivermos considerando também os 4 capítulos de livro, totalizando 21 trabalhos, faremos alertas sobre isso.

Os primeiros trabalhos sobre o ensino de análise surgiram em 2001, quando dois trabalhos foram publicados (Gráfico 1 e Quadro 3). Daquele ano para cá, observa-se uma crescente publicação de trabalhos sobre essa temática. Em especial, no ano de 2006 tem-se a publicação de cerca de 30% da quantidade de trabalhos que coletamos. Cabe destacar que, no caso de dissertações ou teses, coletamos dados desde 1987, e no caso de periódicos, o primeiro número do mais antigo de todos é de 1976. Assim, no primeiro caso, temos um período de quatorze anos no qual nenhuma tese ou dissertação sobre o assunto foi publicada. O primeiro artigo em periódico aparece em 2002, portanto, vinte e seis anos desde a publicação do primeiro volume do mais antigo periódico de educação matemática brasileiro.

Assim, é fácil observar que a produção brasileira sobre o ensino de análise é relativamente recente. O mais antigo trabalho, Reis (2001), tem apenas nove anos. Qual seria o motivo para o crescente interesse pelo assunto nessa década? Pelo Gráfico 2 e Quadro 4

podemos observar que a maior concentração de trabalhos ocorre no período de 2003 a 2006. Considerando-se que a maior parte dos trabalhos é referente a dissertações ou teses e que o tempo de doutoramento é de cerca de quatro ou cinco anos, podemos inferir que a maior parte das pesquisas começou a ser realizada a partir de 1998 e 1999, sendo que a tese de Reis (2001), segundo ele próprio, teve sua gênese no ano de 1997.

Gráfico 1 – Distribuição dos trabalhos mapeados por ano de publicação.



Quadro 3 – Distribuição dos trabalhos mapeados por ano de publicação.

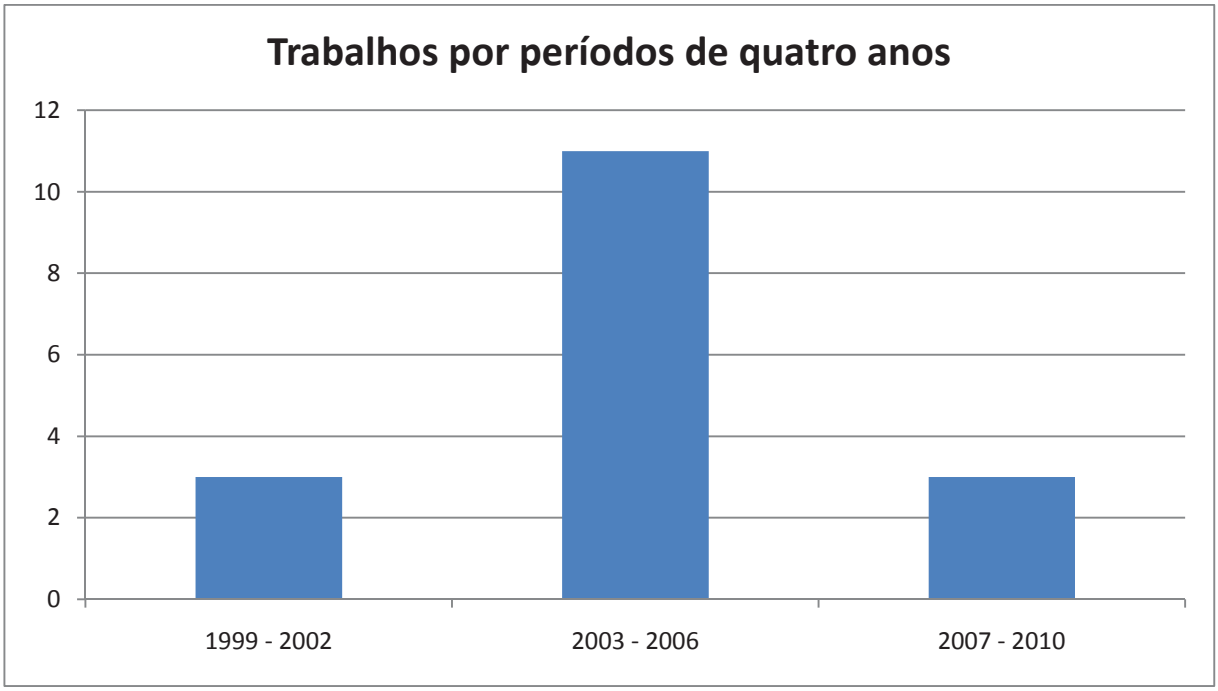
Ano	Trabalhos	Ano	Trabalhos
2001	Reis (2001); Pinto (2001b).	2006	Silva (2006); Bolognezi (2006); Pasquini (2006); Lima (2006); Batarce (2006).
2002	Ávila (2002).	2007	Pasquini (2007).
2003	Souza (2003); Souza e Buriasco (2003); Bortoloti (2003).	2009	Reis (2009b).
2005	Moreira, Cury e Vianna (2005); Souza, Fatori e Buriasco (2005).	2010	Lima e Dias (2010).

Teriam essas datas alguma relação com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996[87]? Tal lei e os pareceres e resoluções do Conselho Nacional de Educação

[87] BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23/12/1996.

que a sucederam provocaram grandes mudanças no sistema educacional brasileiro em todos os níveis. Em especial, no ensino superior, houve uma maior abertura para o investimento privado e, a partir daí, a proliferação de cursos superiores aconteceu de maneira assustadora, considerando-se o crescimento histórico do setor no Brasil. Assim, não é de se espantar que o interesse pelo ensino dentro desse nível tenha aumentado consideravelmente.

Gráfico 2 – Distribuição dos trabalhos mapeados por período de quatro anos.



Quadro 4 – Distribuição dos trabalhos mapeados por período de quatro anos.

Intervalo de Anos	Trabalhos
1999 – 2002	Reis (2001); Pinto (2001b); Ávila (2002).
2003 – 2006	Souza (2003); Souza e Buriasco (2003); Bortoloti (2003); Moreira, Cury e Vianna (2005); Souza, Fatori e Buriasco (2005); Silva (2006); Bolognezi (2006); Pasquini (2006); Lima (2006); Batarce (2006).
2007 – 2010	Pasquini (2007); Reis (2009b); Lima e Dias (2010).

É evidente que estamos apenas tecendo conjecturas. Para balizar nossas hipóteses, em primeiro lugar, seria necessário analisar a produção brasileira sobre o ensino de matemática em nível superior ao longo dos anos, para que, assim, tivéssemos bases mais sólidas sobre as quais pudéssemos fazer conclusões mais precisas. Desconhecemos uma pesquisa de tal natureza, mas, a julgar por esse ponto levantado no nosso trabalho e, certamente por outros

que nossa limitação impede de agora imaginar, consideramos de antemão que uma pesquisa com esse enfoque seria bastante relevante.

Se, por um lado, o interesse pelo ensino de análise advém, segundo nossas conjecturas, de um crescente interesse pelo ensino de matemática em nível superior, por outro, resta refletirmos sobre questões inerentes a esse tema em si. Dito de um modo diferente, um crescente interesse pela educação matemática superior certamente acarreta num crescente interesse em assuntos desse nível, não só ensino da análise, como ensino de cálculo, de álgebra, de álgebra Linear etc. Teria havido um especial interesse pelo ensino de análise? Ou, pelo contrário, os aspectos relacionados ao ensino dessa área foram alvo de um número consideravelmente menor de pesquisas se comparado às outras?

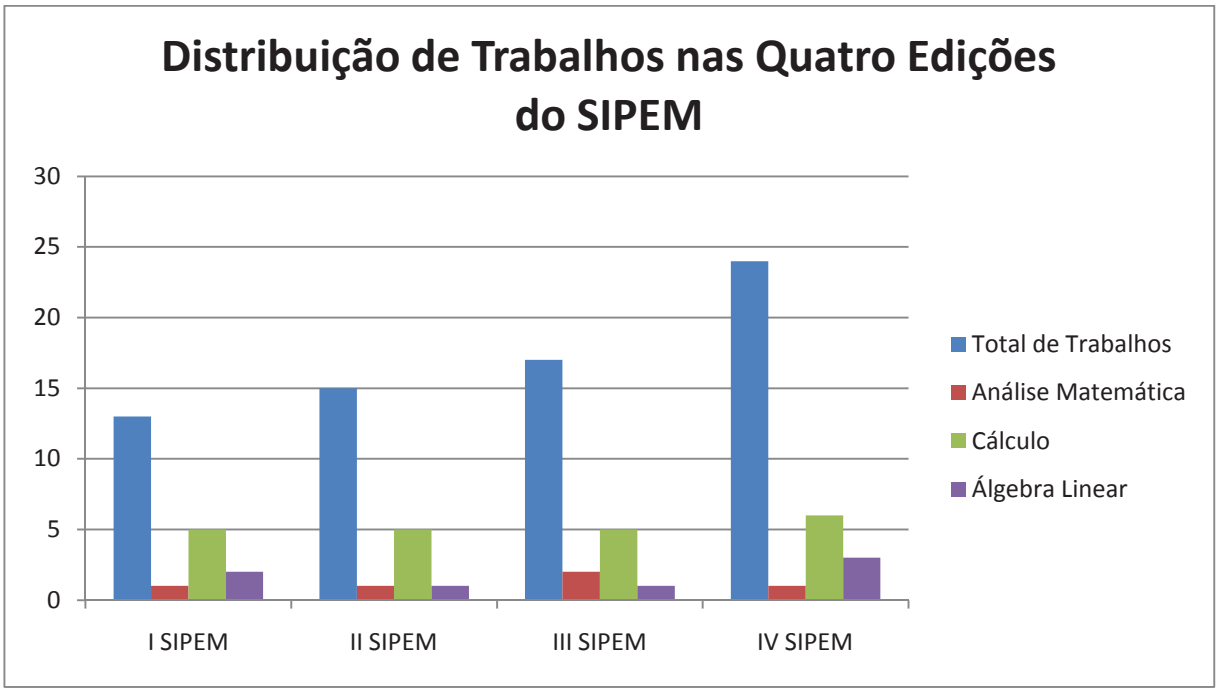
Não temos elementos suficientes para tecer considerações maiores sobre isso. Entretanto, a julgar pelo trabalho de Reis (2001), que apontou que apenas uma pequena parcela dos estudos publicados no 8º ICME tratavam especificamente do ensino de análise e que mesmo nos periódicos onde há um grande número de pesquisas sobre o ensino de cálculo diferencial e integral, a quantidade de trabalhos sobre análise é limitadíssimo; podemos supor com relativa segurança que nossa segunda hipótese, levantada no parágrafo anterior, é a mais plausível. Some-se a isso o fato que, nas quatro edições do SIPEM, particularmente no tocante do Grupo de Trabalho de Educação Matemática no Ensino Superior, dos 69 trabalhos desse GT, apenas cinco versavam sobre o ensino de análise. No caso do cálculo, foram 21 trabalhos ao longo desses quatro eventos e para a álgebra linear, 7 (Gráfico 3 e Quadro 5).

Qual seria o motivo dessa discrepância? Complicado dizer. Uma primeira reflexão apontaria para uma espécie de questão de mercado. Os cursos de cálculo, de álgebra linear, notadamente o primeiro, estão presentes na grande maioria dos cursos de ciências exatas, enquanto que a disciplina de análise é restrita às licenciaturas e bacharelados em matemática. Assim, é natural que questões relativas ao ensino daquelas disciplinas despertem o interesse de um número maior de pesquisadores em relação a essa. Não podemos desconsiderar, no entanto, a possibilidade das pesquisas terem seguido simplesmente uma tendência, ou seja, num dado momento começou-se a pesquisar o ensino de cálculo e, após deflagrado esse instante inicial, muitas pesquisas tomaram a mesma direção. Dessa forma, não nos espantaria, portanto, que dentro de algum tempo a quantidade de pesquisas em ensino de análise aumente consideravelmente, seguindo, assim, a tendência apresentada nos últimos anos.

Já refletimos brevemente sobre o porquê da pesquisa em ensino de análise ser menos numerosa se comparada com outras relativas à educação matemática no ensino superior, e

também sobre possíveis causas do surgimento e incremento de pesquisas sobre isso a partir de um dado momento. Entretanto,essa última discussão não esclarece totalmente o porquê de antes de 2001 não terem sido encontradas pesquisas sobre o ensino de análise. Talvez exista alguma resposta nas motivações que levaram os pesquisadores a estudar essa temática.

Gráfico 3 – Distribuição, por tema, dos trabalhos do GT 4 das quatro edições do SIPEM.



Quadro 5 – Distribuição dos trabalhos de análise pelas quatro edições do SIPEM.

Edição do SIPEM	Trabalhos
I SIPEM	Pinto (2001b).
II SIPEM	Souza e Buriasco (2003).
III SIPEM	Pasquini (2006); Bortoloti (2006).
IV SIPEM	Reis (2009).

Moreira, Cury e Vianna (2005), Reis (2001), Pasquini (2007) e Bolognezi (2006) citam preocupações pessoais com a formação do professor de matemática, com as dificuldades dos alunos com essa disciplina, com os altos níveis de reprovação, entre outros para ilustrar o que os motivaram a realizar suas pesquisas. Mas, será que, desde 1934, data da criação da USP e do início do primeiro curso de matemática autônomo do país, até meados do fim da década de 90, essas preocupações não existiam?

O trabalho de Lima (2006) parece indicar que as dificuldades dos alunos com as disciplinas de cálculo e de análise não vêm de hoje. A pesquisadora traz relatos de alunos dos cursos de Omar Catunda que são enfáticos ao dizer que pouquíssimos alunos saíam aprovados dos cursos desse professor. O depoimento de Ávila presente em Reis (2001) corrobora com esses relatos. Com relação à formação matemática do professor, o trabalho de Silva (2000) aponta que desde a época da vinda dos professores italianos para a FFCL da USP que a questão da formação específica versus formação pedagógica estava presente. Para o italiano Fantappiè, por exemplo, a formação pedagógica era completamente dispensável, ele, inclusive, desestimulava seus alunos a fazê-la.

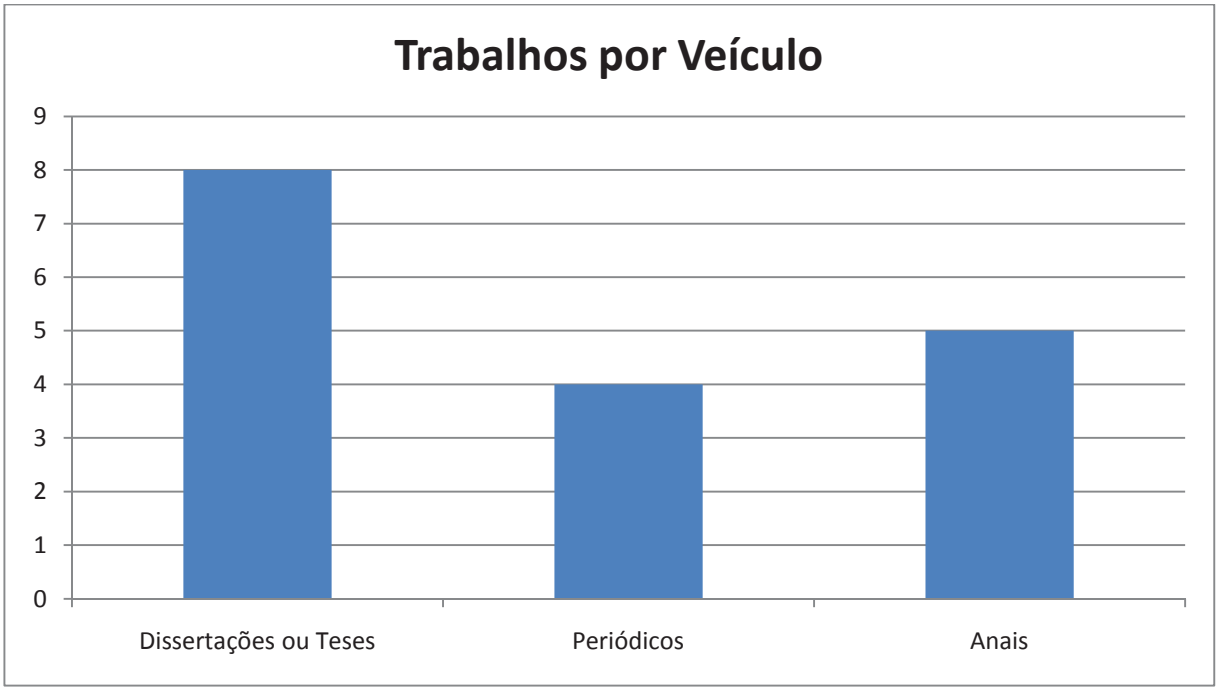
Parece haver bons indicativos de que as problemáticas hoje anunciadas sobre o ensino de análise não são assim tão atuais. Não haveria profissionais interessados em pesquisar essas questões antes? É sabido que o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro, o mais antigo do Brasil, inicia suas atividades em 1984, com a primeira dissertação defendida três anos mais tarde; o primeiro Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) ocorreria em 1987 e, um ano depois, tem-se a fundação da SBEM. Assim, o movimento da educação matemática no Brasil é bastante recente. Acreditamos que isso, em parte, esclareça o motivo para que, apesar da problemática ser antiga, as pesquisas em ensino de análise tenham surgido tão tardiamente.

Em parte porque não se tem claro o motivo pelo qual certas escolhas foram feitas ao invés de outras. Nesse ponto é possível, inclusive, questionar-se sobre a relevância de se levantar esse tipo de questão. Seja como for, acreditamos que um estudo que tratasse de traçar uma trajetória das pesquisas em educação matemática, revelasse os campos pesquisados, notadamente os primeiros, a motivação desses pesquisadores, o contexto histórico seria profícua para responder, também, à nossa indagação: por que falar de ensino de análise só agora? Não convém nos alongarmos mais nesse ponto, visto que, conforme apresentamos, faltam-nos pormenores para reflexões mais profundas. Sigamos adiante.

Dos dezessete trabalhos coletados, oito são dissertações ou teses. Além disso, podemos ver que do total, apenas dois, Ávila (2002) e Moreira, Cury e Viana (2005), não temos teses ou dissertações ou trabalhos diretamente derivados desses (Gráficos 4 e 5, Quadros 6 e 7). Também, apenas quatro trabalhos foram publicados por pesquisadores doutores: Reis (2009), Pinto (2001b) e os já citados Ávila e Moreira, Cury e Vianna (Gráfico 6 e Quadro 8). Disso é possível concluir com relativa tranqüilidade que a pesquisa em ensino de análise ainda não é realizada, em sua grande maioria, diretamente pelos professores

universitários deste país e que, tendo em vista o falecimento de Geraldo Ávila, temos, *no máximo*, cinco pesquisadores doutores ainda ligados a essa temática, visto que alguns podem ter enveredado por outros caminhos.

Gráfico 4 – Distribuição dos trabalhos mapeados por veículo de publicação.



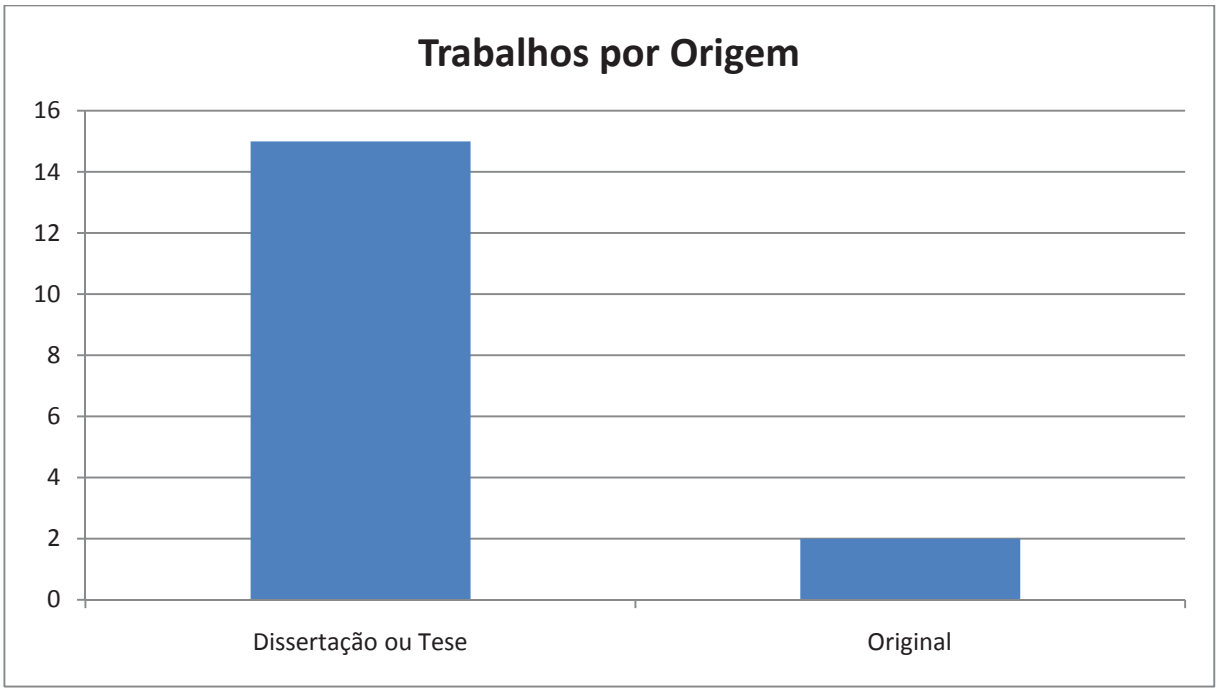
Quadro 6 – Distribuição dos trabalhos mapeados por veículo de publicação

Veículo	Trabalhos
Dissertações ou Teses	Silva (2006); Reis (2001); Bolognezi (2006); Pasquini (2007); Lima (2006); Batarce (2006); Souza (2003); Bortoloti (2003).
Periódicos	Lima e Dias (2010); Moreira, Cury e Vianna (2005); Souza, Fatori e Buriasco (2005); Ávila (2002).
Anais	Reis (2009b); Pasquini (2006); Souza e Buriasco (2003); Bortoloti (2006); Pinto (2001b).

Em termos geográficos, quatro das dissertações ou teses foram defendidas no estado de São Paulo, outras duas no Paraná, uma na Bahia e uma no Espírito Santo. O fato de São Paulo liderar os números parece-nos um ponto pacífico, o estado é o que tem o maior número de programas na área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES, só para citar um motivo. Com relação aos três demais estados, não conseguimos estabelecer hipóteses plausíveis para haver pesquisas lá e não em outros (Gráfico 7 e Quadro 9). Com relação aos

periódicos e anais, não fizemos a distribuição porque nesse caso o resultado teria relação apenas com o estado onde é publicado o periódico ou onde foi realizado o evento.

Gráfico 5 – Distribuição dos trabalhos mapeados por origem.



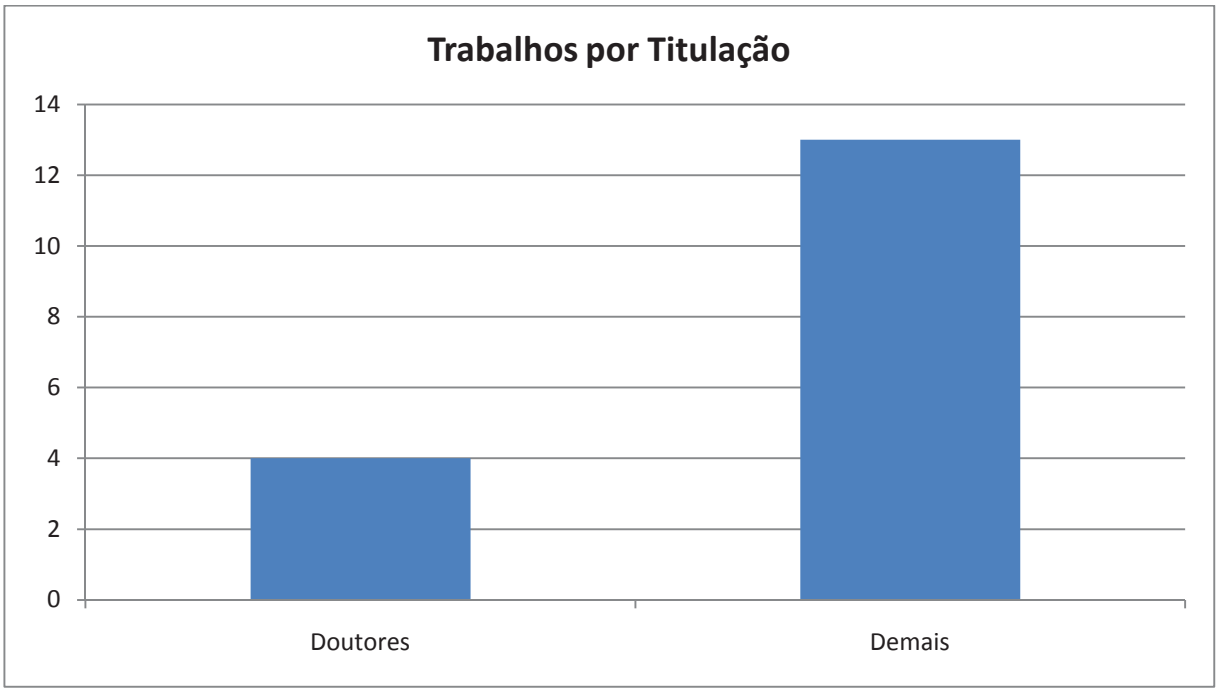
Quadro 7 – Distribuição dos trabalhos mapeados por origem.

Veículo	Trabalhos
Dissertações ou Teses	Silva (2006); Reis (2001, 2009b); Bolognezi (2006); Lima (2006); Lima e Dias (2010); Batarce (2006); Souza (2003); Souza e Buriasco (2003); Souza, Fatori e Buriasco (2005); Bortoloti (2003, 2006); Pinto (2001b).
Original	Moreira, Cury e Vianna (2005); Ávila (2002).

Classificamos os trabalhos mapeados por temas, utilizando as separações dos grupos de pesquisa do SIPEM. Evidentemente que todos se enquadrariam no *Educação Matemática no Ensino Superior*, donde desconsideramos essa classificação, agrupando os trabalhos de acordo com os demais temas do evento, sendo que um mesmo trabalho pode ser classificado em mais de um. Assim, por exemplo, enquadramos Bortoloti (2003) em *Avaliação* e também em *Processos Cognitivos e Lingüísticos*. Os dezessete trabalhos mapeados foram, assim, separados em quatro grupos: *Formação de Professores*, *Processos Cognitivos e Lingüísticos*, *História da Matemática e Cultura*, e Avaliação (Gráfico 8 e Quadro 10). É possível notar uma certa predominância de trabalhos de *História da Matemática e Cultura*, um motivo que poderia ser destacado é que dos onze pesquisadores considerados, três deles faziam parte do

Grupo de Pesquisa em História da Matemática e/ou suas Relações com a Educação Matemática (GPHM) do PPGEM da UNESP de Rio Claro. Com isso, é razoável que seus trabalhos tenham seguido essa vertente. Convém destacar que essa classificação que fizemos não utilizou de critérios totalmente objetivos, desse modo, mesmo seguindo os mesmos temas que usamos, outro pesquisador poderá fazer enquadramentos diferentes.

Gráfico 6 – Distribuição dos trabalhos mapeados por titulação do autor principal.



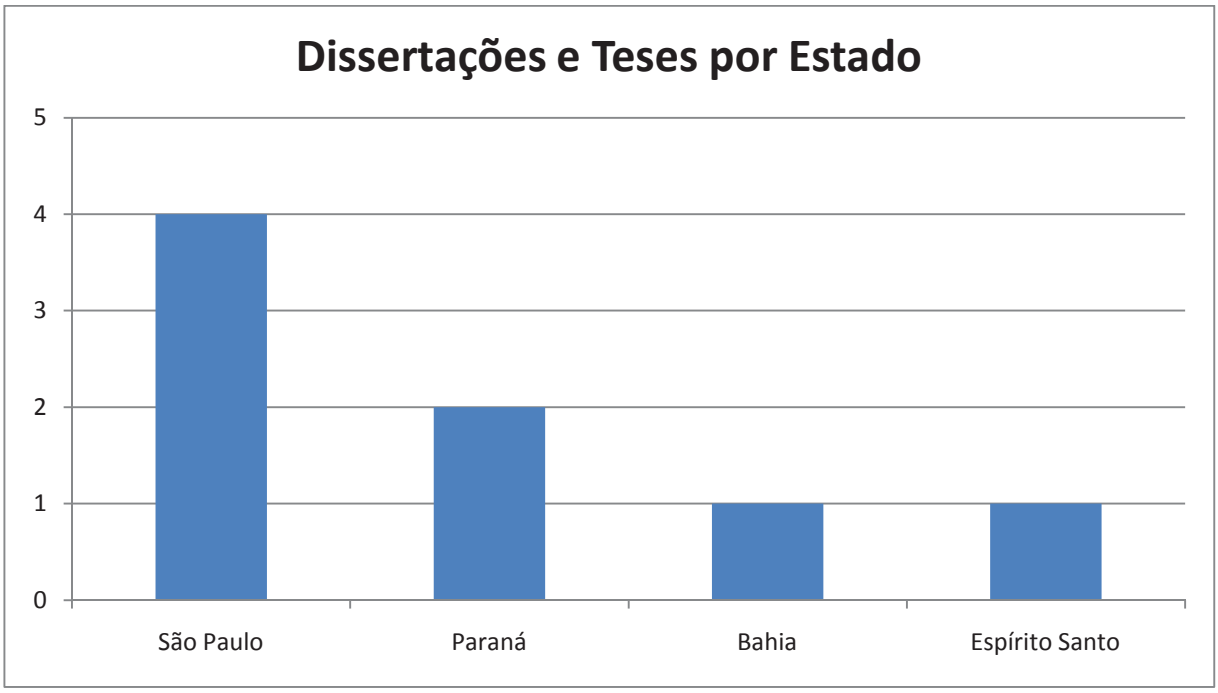
Quadro 8 – Distribuição dos trabalhos mapeados por titulação do autor principal.

Veículo	Trabalhos
Doutores	Reis (2009b); Moreira, Cury e Vianna (2005); Pinto (2001b); Ávila (2002).
Demais	Silva (2006); Reis (2001); Bolognezi (2006); Pasquini (2006, 2007); Lima (2006); Lima e Dias (2010); Batarce (2006); Souza (2003); Souza e Buriasco (2003); Souza, Fatori e Buriasco (2005); Bortoloti (2003, 2006).

Dentre outros possíveis temas, destacamos a ausência de trabalhos em *filosofia*, *modelagem* e *novas tecnologias e educação à distância*. Particularmente com relação ao terceiro, cabe ressaltar as falas de Djairo presente em Reis (2001) sobre a utilização de computadores no ensino de cálculo, idéia extensível para a análise. Além disso, vemos disseminar, nos últimos anos, vários cursos de graduação e pós-graduação em matemática ou educação matemática que contemplam a disciplina de análise. Então perguntamos: como pode

o ensino dessa disciplina, que historicamente apresenta resultados insatisfatórios na modalidade presencial, dar-se à distância sem que nenhuma pesquisa a esse respeito tenha sido realizada? Aqui, convém refletir sobre a fala de Baldino em Reis (2001) a cerca da *farsa do ensino de cálculo* (ou, de modo mais geral, a *farsa do ensino de matemática*).

Gráfico 7 – Distribuição das dissertações ou teses mapeadas por estado de origem.



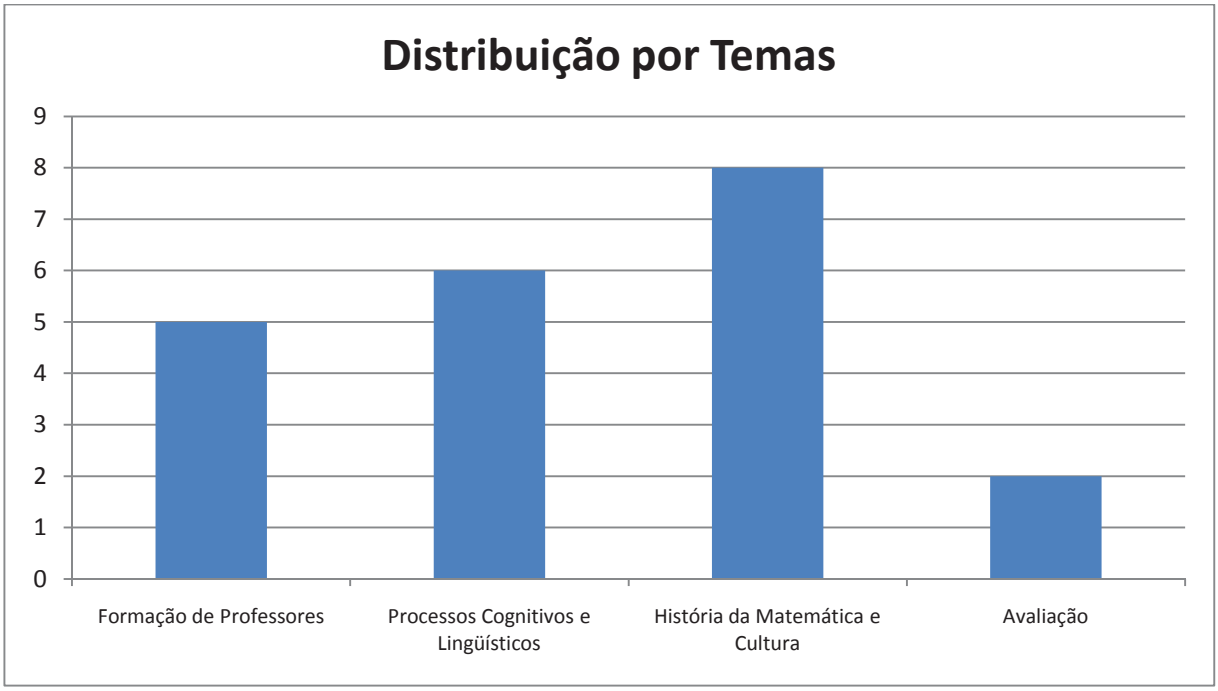
Quadro 9 – Distribuição dos trabalhos mapeados por estado de origem.

Estado	Trabalhos
São Paulo	Silva (2006); Reis (2001); Pasquini (2007); Batarce (2006).
Paraná	Bolognezi (2006); Souza (2003).
Bahia	Lima (2006).
Espírito Santo	Bortoloti (2003).

A ausência de trabalhos sobre *modelagem matemática* também é um ponto a se considerar. Ressaltamos a fala de Elon em Reis (2001) que considera bastante relevante que o ensino de análise se paute em múltiplas conexões. O trabalho de Moreira, Cury e Vianna (2005) também trouxe a questão das aplicações da análise às ciências naturais. Dessa forma, acreditamos que essa temática poderia trazer grandes contribuições para o ensino de análise. Igualmente a *filosofia da matemática e/ou da educação matemática*. Um trabalho mais aprofundado sobre o papel das principais correntes filosóficas dentro da Matemática

(logicismo, construtivismo e formalismo) para o seu ensino e, em particular, suas influências dentro da Análise Matemática, área e disciplina universitária, seria um exemplo de trabalho que consideramos relevante dentro dessa região de inquérito.

Gráfico 8 – Distribuição dos trabalhos mapeados por temas.



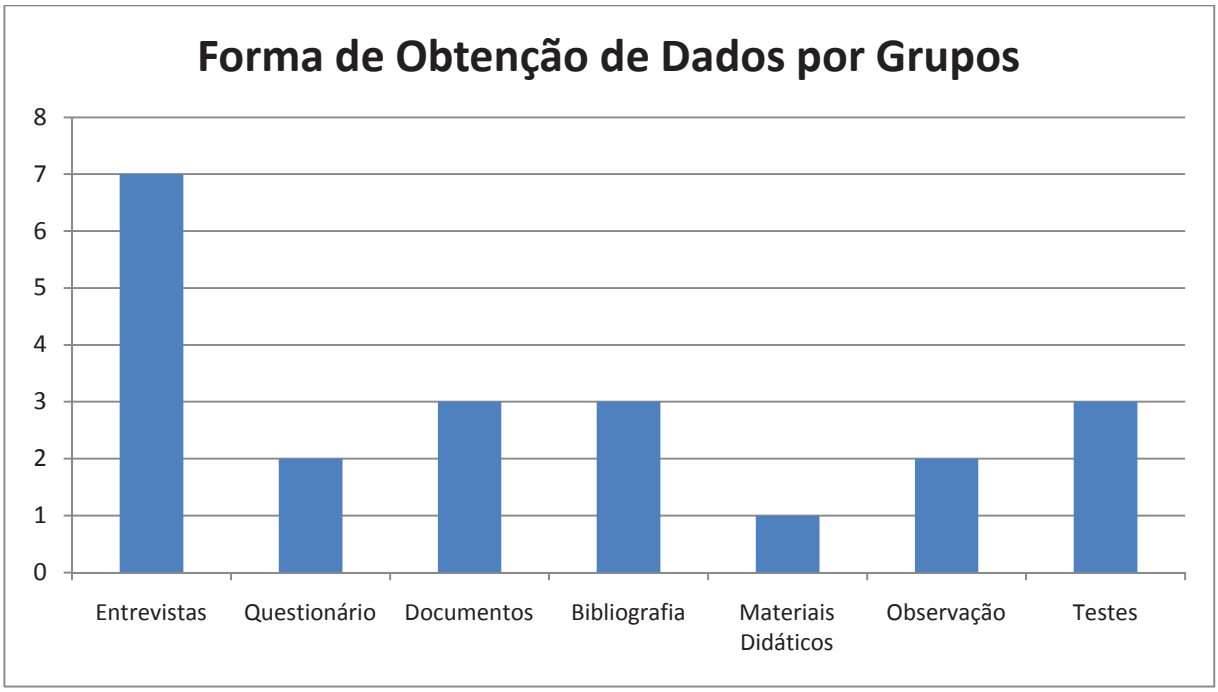
Quadro 10 – Distribuição dos trabalhos mapeados por temas.

Tema	Trabalhos
Formação de Professores	Reis (2001); Bolognezi (2006); Pasquini (2006, 2007); Moreira, Cury e Vianna (2005).
Processos Cognitivos e Lingüísticos	Souza (2003); Souza, Fatori e Buriasco (2005); Souza e Buriasco (2003); Bortoloti (2003, 2006); Pinto (2001b).
História da Matemática e Cultura	Silva (2006); Reis (2001); Reis (2009b); Pasquini (2007); Lima (2006, 2010); Batarce (2006); Ávila (2002).
Avaliação	Bortoloti (2003; 2006).

Separamos os trabalhos também por forma de obtenção dos dados (Gráfico 9 e Quadro 11). Semelhantemente à separação descrita nos parágrafos anteriores, nesse também mais de um método pode ter sido contemplado numa dada pesquisa. Em Pasquini (2007), por exemplo, temos tanto observação quanto entrevistas, sendo que esse, por sinal, foi um dos métodos mais utilizado nas pesquisas como um todo. Embora praticamente todos os trabalhos

contemplem em algum momento um estudo bibliográfico, só encaixamos nesse método de coleta de dados aqueles onde esse tipo de estudo fosse central.

Gráfico 9 – Distribuição dos trabalhos mapeados por forma de obtenção dos dados.



Quadro 11 – Distribuição dos trabalhos mapeados por forma de obtenção dos dados.

Tema	Trabalhos
Entrevistas	Reis (2001); Pasquini (2006, 2007); Bortoloti (2003, 2006, 2009); Pinto (2001b).
Questionário	Bolognezi (2006); Moreira, Cury e Vianna (2005).
Documentos	Silva (2006); Lima (2006, 2010).
Bibliografia	Batarce (2006); Reis (2009b); Ávila (2002).
Materiais Didáticos	Reis (2001).
Observação	Pasquini (2007); Pinto (2001b).
Testes	Souza (2003); Souza e Buriasco (2003); Souza, Fatori e Buriasco (2003).

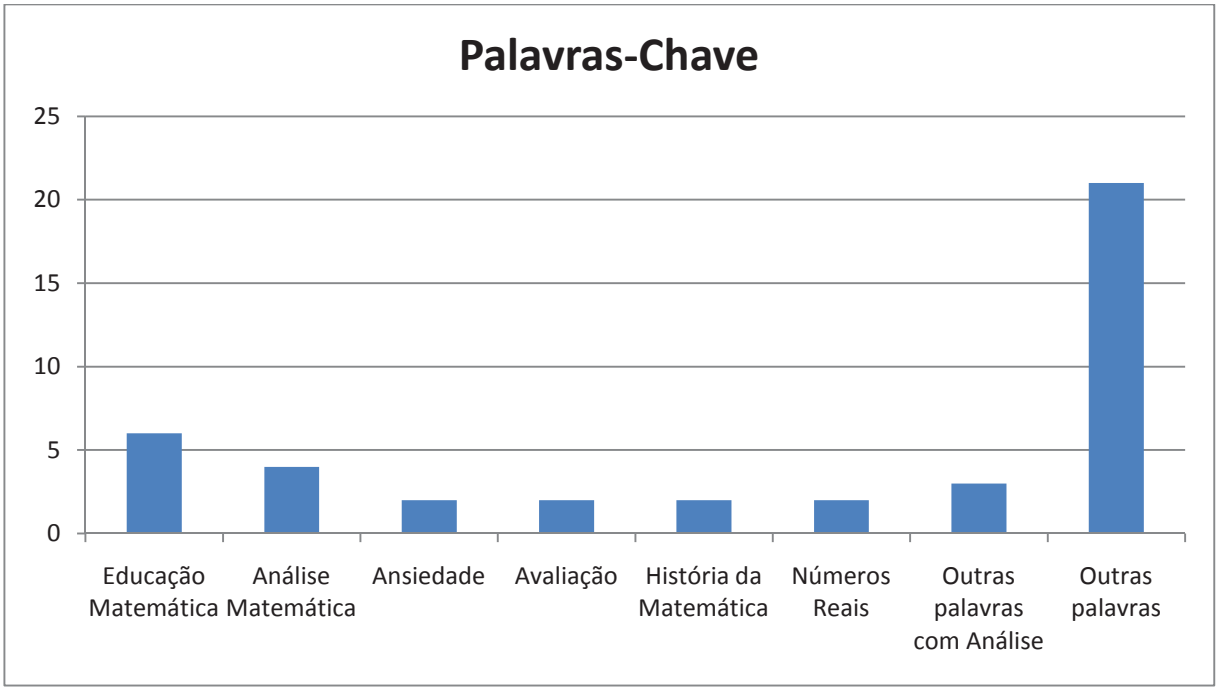
As palavras-chave mais freqüentes foram *educação matemática*, *análise matemática*, *ansiedade*, *avaliação*, *história da matemática* e *números reais*. *Ensino de análise* sequer foi citada e a palavra-chave mais freqüente, *educação matemática*, muito geral, não é conveniente para caracterizar nenhum trabalho dentro dessa própria área. Outras 24 palavras foram citadas uma única vez, alguns trabalhos não tinham palavras-chave (Gráfico 10 e

Quadro 12). Curiosamente, apenas sete dos dezessete trabalhos citaram em suas palavras-chave, de algum modo, a palavra análise (análise matemática, análise real, ensino de análise real, análise matemática moderna). Esse fato somado ao grande número de palavras-chave mostra uma falta de convergência e caracterização ao se tratar do ensino de análise. Conforme citamos em nossos processos metodológicos, isso gerou dificuldades para coletarmos as dissertações ou teses no banco da CAPES.

Entendemos, desse modo, que é necessária uma postura uniforme nessa direção, facilitando, assim, a busca por trabalhos futuros que venham a tratar da temática. Sob nosso ponto de vista, a palavra-chave mais adequada seria *ensino de análise* por ser suficientemente abrangente e delimitadora. *Análise matemática*, por exemplo, contemplaria trabalhos fora do âmbito do ensino. *Ensino de análise real*, por outro lado, delimitaria desnecessariamente o campo, assim como faria *ensino de análise na reta*, pois mesmo nos cursos de bacharelado em matemática, não se vê, em geral, análise complexa, e ainda que se veja análise no R^n, acreditamos que colocá-la juntamente com *análise na reta* somente sob o mesmo termo *análise* não traria prejuízos.

Destacamos neste capítulo, assim, alguns aspectos quantitativos e qualitativos mais superficiais dos trabalhos mapeados. Na segunda etapa da nossa análise, presente no próximo capítulo, trataremos de questões mais relacionadas com o conteúdo dos trabalhos.

Gráfico 10 – Palavras-Chave presentes no conjunto de trabalhos mapeados.



Quadro 2 – Palavras-chave presentes no conjunto de trabalhos mapeados.

Educação Matemática	6	Análise Matemática	4
Ansiedade	2	Avaliação	2
História da Matemática	2	Números Reais	2
Cálculo	1	Análise Matemática Moderna	1
Matemática Moderna	1	Ensino de Matemática	1
Cálculo Diferencial e Integral	1	Análise Real	1
Conceito-definição	1	Conceito-imagem	1
Emoções	1	Formação do Professor de Matemática	1
Matemática	1	Licenciatura e Bacharelado	1
Ensino de Cálculo Diferencial e Integral	1	Ensino de Análise Real	1
Definição de Conceito	1	Imagem Conceitual	1
Saber Docente	1	Omar Catunda	1
História	1	Ensino	1
Modernização	1	Formação de Professores	1
Psicologia da Educação	1	Construção do Conhecimento	1

CAPÍTULO 5

ALGUMAS QUESTÕES CRÍTICAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ANÁLISE

Neste capítulo apresentamos uma segunda análise dos trabalhos por nós mapeados. Aqui, o nosso olhar está mais focado nos conteúdos das pesquisas, ao contrário do capítulo anterior, que tocava questões mais superficiais. Procuramos trazer os pontos que mais foram discutidos no conjunto de trabalhos como um todo. Foram quinze os pontos, para cada um deles dedicamos um subcapítulo, com exceção dos seis últimos que estão agrupados. Em todos eles adotamos uma postura essencialmente crítica, conforme detalhamos em nossos procedimentos metodológicos.

NÚMEROS REAIS

O trabalho de Silva (2006) nos mostra que Monteiro de Camargo, logo nos primeiros anos da USP, apresentava em suas notas uma construção dos números reais a partir dos naturais. Omar Catunda, diferentemente de Fantappiè, também adotava essa postura em suas notas (LIMA, 2006). Hoje vemos que em livros de análise como o de Elon Lajes Lima, os reais são admitidos unicamente como um corpo ordenado completo e que, para a maioria dos matemáticos profissionais é assim que deve ser feito, conforme mostram os resultados da pesquisa de Moreira, Cury e Vianna (2005).

Pasquini (2007) critica duramente essa posição, por acreditar que esse tipo de abordagem faz com que concepções precárias, limitadas e inconsistentes a respeito dos números reais estejam presentes na formação do futuro professor, opinião corroborada por

Souza (2003), que credita a esse tipo de tratamento as dificuldades que os alunos têm em conceber os números reais como um conjunto contínuo. Já para Batarce (2003), tratar os reais somente como um corpo ordenado completo desvaloriza processos que poderiam desvelar questões como a necessidade de se estabelecer uma definição moderna de número real.

Esse movimento de oscilação parece mostrar que a questão do número real não é um dos pontos principais das dificuldades dos alunos com a disciplina de análise, como aponta Pasquini (2007). Isso porque é relatado que o curso de Fantappiè, que adotava os reais como corpo ordenado completo, possuía grande índice de reprovações, como também acontecia com os cursos de Catunda, que conforme citamos, adotava outra postura (LIMA, 2006).

Imaginemos uma pesquisa em que se separasse algumas turmas de análise cada uma em duas, uma separação a princípio aleatória ou que considerasse algum critério satisfatório que garantisse a separação de cada turma em duas homogêneas entre si. Pois bem, os dois grupos de uma turma seriam conduzidos por um mesmo professor que seguiria as mesmas aulas, a mesma bibliografia, a mesma ordem, a mesma avaliação. Haveria apenas uma diferença: numa delas os reais seriam tratados como um corpo ordenado completo e na outra, construídos a partir dos naturais (seja por seqüências de Cauchy, cortes de Dedekind, intervalos encaixantes ou outro tipo de construção). Será que o desempenho dos alunos nas avaliações seria muito diferente em cada turma? Considerando-se esse procedimento tomado em quatro, cinco turmas; como seriam os resultados?

Como seria o desempenho dos alunos em análise se antes desse curso houvesse na grade curricular uma disciplina que tratasse especificamente da construção dos conjuntos numéricos, com todos os seus detalhes, conforme defende Pasquini (2007)? Para responder a essa questão, sugerimos um mesmo tipo de pesquisa de que falamos no parágrafo anterior. Aqui, cabe ainda mais uma questão: na presença de disciplinas como essa que caracterizamos, uma disciplina de análise continuaria sendo necessária para a formação do futuro professor? Dito de outra forma, não poderia ser mais profícua uma disciplina que tratasse dos conjuntos numéricos com riqueza em relação a uma de análise nos moldes como é dada atualmente?

Acreditamos que caberia nessa discussão também uma pesquisa sobre as influências históricas e filosóficas para o ensino de numerais reais. Sabemos, não só pelos trabalhos que analisamos, mas pela própria bibliografia geral em história da matemática, que o processo de aritmetização da Análise teve forte influência sobre adoção do ensino de números reais através de sua construção. Mas, e a abordagem como corpo ordenado completo? E, de qualquer modo, por que do movimento oscilatório? Ou seja, num primeiro momento temos a

adoção da abordagem dos reais como corpo ordenado completo, em seguida rompe-se com isso e passa-se a tratá-los construindo-os a partir dos naturais para, depois, tornar-se à primeira abordagem e agora, recentemente, as pesquisas trazem a problemática novamente à tona e voltam a defender a construção dos reais nos cursos de análise.

Temos aqui, portanto, um ponto delicado que requer mais atenção.

AS RELAÇÕES ENTRE O CÁLCULO E A ANÁLISE

Vários dos professores pesquisados por Reis (2001) relataram que grande parte das dificuldades dos alunos nos cursos de análise advém de falhas na aprendizagem nos cursos de cálculo. Entretanto, mudando a questão levemente de foco, é necessário saber cálculo para aprender análise? Ávila (2002) acredita que se não é necessário, é pelo menos desejável, e usa justificativas históricas. Mas, quais são os pré-requisitos indispensáveis para um aluno aprender essa disciplina? As pesquisas de Silva (2006) e Lima (2006) mostram que durante muitos anos na FFCL da USP, a análise matemática era ensinada sem um curso anterior de cálculo. Em alguns momentos, cálculo e análise coexistiam dentro de uma mesma disciplina. As dificuldades existiam, conforme já apontamos, e elas continuam.

Essa discussão nos remete a uma das repostas apresentadas em Moreira, Cury e Vianna (2005). Nela, um professor diz que mais importante que ter um curso de análise é ter um bom curso de cálculo. Por que, então, não trabalhar o cálculo conjuntamente com a análise? Isso resolveria, inclusive, a grande confusão existente sobre até que ponto cálculo é cálculo e até que ponto cálculo é análise (REIS, 2001). Os cursos poderiam coexistir, conforme falamos no parágrafo anterior. Seria possível, dentro desse modo de conceber o ensino, ver paralelamente os aspectos intuitivos e os considerados rigorosos, num movimento suave e não necessariamente em apenas uma das direções; com um equilíbrio entre esses dois aspectos, conforme defende Reis (2002). Seria possível, por exemplo, conceituar derivada, aprender o cálculo das derivadas, em seguida, formalizar. Ou, então, embora a pesquisa de Reis (2001) pareça apontar que trabalhar com os aspectos intuitivos primeiramente facilitaria o aprendizado do aluno, trabalhar os aspectos formais primeiramente e os algorítmicos depois.

Cabe lembrar que um dos deflagradores do processo de aritmetização da Análise teria sido justamente o ensino do que então se chamava de cálculo. A falta de rigor e de sustentação que essa disciplina tinha à época, segundo Pasquini (2007), trazia insegurança aos professores. Ou seja, se o processo de rigorização do Cálculo teve como objetivos, dentre

outros, constituir uma teoria sólida construída formalmente sob um ponto de vista considerado matematicamente natural com vistas para o ensino, por que não segui-la? Ou seja, por que não tratar a análise com esse rigor desde o princípio de um curso que, no contexto que apresentamos há pouco, já seria um híbrido cálculo-análise?

Acreditamos que as pesquisas analisadas não trazem ainda respostas contundentes sobre todas essas questões que levantamos. O que elas nos mostram são caminhos, o que nos trazem são inquietações. A história da matemática muitas vezes nos conforta, mas também nos confunde, visto que sob determinados aspectos pode mostrar um sentido numa dada direção, mas, sob outros, apontar nessa mesma direção, um sentido oposto.

CÁLCULO INFINITESIMAL E ANÁLISE NÃO-STANDARD

Os trabalhos de Baldino apresentados em Reis (2001), bem como a própria entrevista dada por ele a esse pesquisador, deixam claro uma de suas posições: o *Cálculo Diferencial e Integral* e a *Análise Matemática* deveriam ser substituídos pelo *Cálculo Infinitesimal* e a *Análise Não-Standard*. Em Lima (2006) também encontramos semelhantes questionamentos.

O Cálculo, até seu processo de rigorização, era ensinado tendo como idéia central o conceito de infinitésimos e não o de limite. Os problemas conceituais encontrados nessa abordagem fizeram com que ela fosse superada pela que atualmente está em voga. Entretanto, conforme explicitam Reis (2001) e Lima (2006), os novos trabalhos, na chamada Análise não-Standard, parecem ter solucionado os problemas que antes existiam com os infinitésimos. Solucionada a questão inicial relacionada ao ensino, por que não voltar a adotar o cálculo e a análise centrados na idéia de infinitésimo, conforme defende Baldino? Em Baldino (2000)[88], o pesquisador nos diz que sua experiência mostra que, por exemplo no caso de integrais, "os alunos tendem a preferir o método infinitesimal para justificar os cálculos sobre 'aplicações da integral definida' [...]. Diante do método infinitesimal as somas de Riemann parecem desajeitadas e desnecessariamente complicadas.".

Em Baldino (2000), ainda, o pesquisador questiona o porquê de não estar presente nos cursos de licenciatura e bacharelado um curso de análise não-standard; não há motivos para se evitar os infinitésimos. O pesquisador lembra que na física, por exemplo, a abordagem utilizada ainda é a dos infinitésimos, de modo que existe uma espécie de "divórcio", onde a

[88] BALDINO, R. R.. Infinitésimos: Quem Ri por Último? **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 36, p.69-82, jan. 2000.

física e a matemática não reconhecem uma a problemática da outra. Para tratar desse divórcio dentro da educação matemática é necessário, assim, que não se ignore os infinitésimos.

Há, portanto, dois possíveis encaminhamentos dentro das idéias de Baldino. Um seria substituir o *Cálculo* e a *Análise* pelo *Cálculo Infinitesimal* e *Análise não-standard* e outro seria trazer essas duas abordagens nas licenciaturas. Nesse caso, por exemplo, poder-se-ia ter a dita parte algorítmica apenas dentro do contexto dos infinitesimais e a parte de maior fundamentação seria vista tanto sob a perspectiva dos infinitésimos como sob a dos limites. Cabe ressaltar, no entanto, que não só há poucas pesquisas nessa direção, como também não há materiais didáticos para se trabalhar com essa abordagem. Baldino em Reis (2001) diz que os materiais atualmente disponíveis são inadequados.

A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE ANÁLISE

Quando se discute a formação do professor de matemática da Educação Básica, é natural que se discuta também a formação dos professores formadores desses. Em particular, qual é a formação do professor das disciplinas de análise?

Reis (2001) questiona se o excesso de rigor existente nos cursos de análise não teria relação com a formação dos professores que os ministram. Ora, se os professores de análise são, em geral, bacharéis, mestres e doutores em matemática, que tipo de tratamento darão à disciplina que não o que eles mesmos receberam? Para Vasconcelos (1996), citado por Reis (2001), o exercício do magistério requer um aprendizado específico da profissão, o qual os professores universitários não tem. Essa preocupação também está presente em Bolognezi (2006), porém o foco não é o tratamento rigoroso, mas sim a falta de contextualização que a pesquisadora vê nas disciplinas de análise, cujas causas incluiriam o ensino descontextualizado a que foram submetidos os professores que as ministram. Prosseguindo nessa cadeia, Bolognezi alerta que o professor de matemática da educação básica reproduzirá o mesmo comportamento com seus alunos.

Parece-nos relativamente tranqüila a idéia de se questionar a formação do professor de análise, principalmente levando-se em conta os apontamentos feitos pelos pesquisadores supracitados. Entretanto, se o doutor em matemática, ou num sentido mais geral, o professor universitário que não teve formação pedagógica, não teria condições plenas de ministrar uma disciplina de matemática para um curso de graduação ou, em particular, para um curso de licenciatura em matemática, quem teria? Um educador matemático?

Se a resposta for positiva, então dela decorre algumas outras: os educadores matemáticos formados nos programas brasileiros de pós-graduação em educação matemática, educação ou ensino de ciências e matemática têm formação suficiente para ministrar uma disciplina de análise na graduação? As estruturas curriculares dos programas de pós-graduação que formam os chamados educadores matemáticos foram pensadas para essas questões? E, mais ainda, qual é a formação matemática do educador matemático neste país? Cabe lembrar que Pasquini (2007), bem como Pinto e Gray (1998) citados por Reis (2001), mostram-nos que uma grande parte dos licenciados e dos licenciandos em matemática tem sérias dificuldades matemáticas e mostram grandes lacunas em sua formação em Análise Matemática. Como esses licenciados vão ministrar uma disciplina de análise depois?

É curioso nesse ponto destacar que muitos dos alunos que ingressam nos cursos de licenciatura em matemática tem grandes dificuldades nos conteúdos de matemática do ensino médio, que eles mesmos irão ensinar depois. Acreditamos que nem de longe as disciplinas ditas específicas são suficientes para dar conta das necessidades da formação de um professor, mas, com toda certeza afirmamos que são necessárias. Se não há uma tal formação sólida, de pouco adianta discutir ou problematizar o restante.

Se a resposta for negativa, então quem seria? O próprio "matemático"? Se sim, nesse caso teria que se questionar, então, a formação pedagógica que se tem nos cursos de pós-graduação. A discussão é evidentemente mais geral, já que o doutor em qualquer área, ao ingressar numa universidade, mui possivelmente ministrará disciplinas em cursos de graduação. Daí, naturalmente somos impelidos a questionar: como vão as pesquisas relacionadas a isso? Existe esse tipo de preocupação nas demais áreas? Discute-se a formação do médico que formará médicos? Suspeitamos que não, e mesmo que sim, nem de longe deve ter o mesmo tom que damos a esse tipo de discussão dentro da educação. E por quê? Evidente que esse tipo de discussão possui naturalmente mais espaço dentro da educação que em outras áreas, mas será só esse o motivo?

LIVROS DIDÁTICOS DE ANÁLISE

Para Reis (2001), os livros didáticos tem papel destacado no ensino das disciplinas universitárias, em especial para o professor em início de carreira. A análise que o pesquisador fez dos livros mais adotados mostrou que nenhum deles parece suprir as particularidades esperadas para um livro destinado à formação de professores. O que mais se aproximou disso,

o livro de Bento e Caraça, sequer é considerado um livro de análise. Para Reis (2001), existe "uma relação desigual entre os aspectos intuitivos e os rigorosos na abordagem do Cálculo e da Análise, percebida na forma como os manuais didáticos apresentam e desenvolvem os conteúdos de limites e de continuidade".

A questão dos livros didáticos de análise é vista por Souza (2003) sob um ponto de vista diverso. A pesquisadora afirma que nos livros de cálculo, e acreditamos que o mesmo raciocínio, com ainda mais propriedade, possa ser estendido para os de análise; as definições são precedidas dos problemas. Isso ocorre porque os professores esperam que os alunos formem seus *conceitos imagem* a partir das definições formais e que essas imagens sejam controladas pelas definições. Souza (2003) aponta, no entanto, que isso nem sempre acontece e, desse modo, crê que o mais recomendável seria primeiro problematizar para depois conceituar; primeiro levantar os *conceitos imagem* prévios dos alunos para depois construir a partir deles os *conceitos definição*.

Como, então, poderia ser um livro de análise para a licenciatura? Além da indicação de Souza (2003), o livro de Geraldo Ávila, cuja primeira edição é de 2006, *Análise Matemática para Licenciatura*, poderia dar indicativos de uma resposta a essa questão. Entretanto, não encontramos nenhuma pesquisa que analisasse essa obra, lembrando que a tese de Reis (2001) é anterior a ela, e, a julgar pelo resultado apresentado por Moreira, Cury e Vianna (2008), onde o livro de Ávila não aparece entre as recomendações de livros de análise para serem adotados na licenciatura, parece-nos que essa obra não foi muito bem aceita.

É claro que devemos considerar que na pesquisa de Moreira, Cury e Vianna (2008) os sujeitos são matemáticos, fossem educadores matemáticos o resultado poderia ser outro. E aí temos um encaminhamento possível, qual seja, saber como a comunidade de educadores matemáticos vê o livro *Análise Matemática para Licenciatura*. Essa proposta pode incluir também a visão dos matemáticos sobre o mesmo livro, já que na pesquisa de Moreira, Cury e Vianna (2008) isso não é apontado.

Outra questão nessa mesma direção é: para quem os livros de análise são elaborados? Baldino (2000) traz uma reflexão dessa natureza, que, embora seja referente a livros de cálculo, também cabe na discussão sobre livros de análise:

> Então, cabe perguntar: para quem o livro foi escrito? Não foi para os alunos que o autor escreveu: foi para o matemático-professor, aquele que vai recomendá-lo ao editor para que o livro seja vendido. A preocupação com o rigor weierstrassiano do autor torna o livro um instrumento à prova de aprendizagem. Está escrito para quem não precisa aprender com ele. (p.73)

Os alunos dos cursos de análise gostam dos livros do Elon, Ávila, Rudin, Figueiredo? Sim? Não? O que dizem a respeito? Quais são os preferidos por eles, se é que existem?

Acreditamos, no entanto, que sem uma definição clara do que se espera da formação matemática do professor e, em especial, qual o papel e a relevância da disciplina de análise para o licenciando, não se pode avançar muito numa discussão a respeito de livros didáticos adotados nessa disciplina. É evidente que isso não impede que determinadas análises e pesquisas sobre o assunto, como parte do trabalho de Reis (2001) e as que aqui apontamos, tenham relevância. O que acreditamos é que sem a definição de que falamos, as possibilidades de pesquisa ficam restritas.

BACHARELADO E LICENCIATURA

Para Bolognezi (2008), um ponto fundamental a ser discutido é a questão da diferenciação da análise dada para o bacharelado com relação à dada para a licenciatura. Isso é apontado diversas vezes pela pesquisadora e também aparece nas falas de alunos e professores. Afinal, se a atuação profissional de cada modalidade é tão diversa, por que o curso de análise matemática deve ser o mesmo para ambas?

Essa pergunta, novamente, remete-nos às falas de Baldino citado por Reis (2001); o motivo pode ser meramente institucional. Ou seja, a preocupação com o aprendizado do aluno seria secundário; importa que existem as duas modalidades dentro de uma mesma instituição e por economia de recursos humanos, a disciplina deve ser ministrada conjuntamente.

Embora um primeiro olhar sobre essa questão institucional possa trazer uma visão negativa sobre essa suposta preocupação, achamos cabível uma crítica à crítica: por que o curso de análise matemática não deve ser o mesmo para o bacharelado e a licenciatura? Bolognezi (2008) diz que é porque os objetivos das modalidades são diferentes. Entretanto, os objetivos do professor de ensino médio e do professor de ensino fundamental também não são iguais e, apesar disso, são formados pelo mesmo curso. Várias engenharias têm muitas disciplinas de núcleo comum sem que se faça grande alarde sobre a questão. Mesmo no caso do bacharelado e da licenciatura, esse tipo de discussão sobre a especificidade perde muito o fôlego quando as disciplinas consideradas são cálculo ou geometria analítica, por exemplo. Parece-nos, em certa medida, que as tentativas de separação da disciplina de análise visam muito mais "facilitá-la matematicamente" para a licenciatura que, de fato, tratá-la com a especificidade de cada modalidade a fim de que o curso seja melhor para ambas.

Antes de se discutir em que medida a disciplina de análise deve ser tratada de modo diferenciado para o bacharelado e licenciatura, deve-se pensar em que medida a diferença de objetivos entre as duas modalidades efetivamente justifica tal separação. Essa suposta justificativa deve estar muito bem apoiada em argumentos que levem em conta o perfil que efetivamente se espera do professor e a adequabilidade de propostas. Pois, vejamos, ao dizer que o ensino da disciplina deve ser diferenciado tomando por base num dado argumento sobre a formação de professores de matemática que não se sustenta, invalida todo o processo argumentativo. Assim, por exemplo, podemos dizer que análise deve ser ensinada separadamente para a licenciatura porque da maneira como ela é ministrada, em conjunto, não favorece ao professor o aprendizado de espaços de funções, que julgamos fundamental para a sua prática docente. O argumento é esse, mas, em que espaços de funções contribui para a formação do professor? É necessário que se faça a reflexão da reflexão.

Há ainda a questão da adequabilidade. Pode-se ter um bom argumento pela separação tendo em vista uma dada competência que a disciplina de análise dada de forma separada conseguiria abarcar e a dada conjuntamente não. Parece perfeito, concorda-se que a competência é necessária e que a disciplina dada de uma dada forma traz melhores resultados que de outra. Agora, a questão que se faz aí é: até que ponto essa competência necessária é fundamental para que se tenha uma duplicação de esforços? Pois vejamos, não é nada difícil elencar uma série de conteúdos e competências que todos desejamos que os professores tenham. Se tudo isso estiver num curso de licenciatura, o professor não seria formado no tempo como costuma sê-lo. Daí, então, faz-se opções, opta-se pelas prioridades.

O que queremos dizer, assim, é que além de trazer considerações que mostrem que a disciplina de análise é mais proveitosa sendo dada separadamente para a licenciatura, é necessário também que se pese tais considerações dentro de uma cadeia de prioridades: por que separar a análise e o cálculo não? E a geometria analítica? E a álgebra linear? A questão "por que separar?" deve vir acompanhada da "por que não deixar junto?". As duas questões parecem-nos extremamente relevantes.

Para além do plano teórico, há de se refletir também como essa separação tem se efetivado. No curso de matemática do ICMC/USP há alguns anos deu-se tal separação; no curso de matemática da UFSCar o ensino também é diferenciado para cada modalidade. Como é feita tal diferenciação? Que professores dão essa disciplina, nesses casos específicos da licenciatura? Quais as diferenças de conteúdo dessa disciplina da licenciatura com relação a do bacharelado? Há alguma preocupação em articulá-la com as disciplinas pedagógicas ou

com os conteúdos do ensino médio? E os livros didáticos, quais são adotados? Há uma real preocupação com a formação do professor ou o curso é apenas uma versão matematicamente mais leve da dada para o bacharelado? Essas são apenas algumas das questões que acreditamos que merecem ser investigadas.

DIFICULDADES COM O CÁLCULO E A ANÁLISE E O ENSINO ANTERIOR

O trabalho de Bolognezi (2008) nos diz que, para os professores de análise, a maior causa das dificuldades dos alunos com a disciplina é decorrente de falhas que os alunos trazem em conteúdos do cálculo ou mesmo do ensino médio. Bolognezi acredita que já é hora de se superar esse discurso que culpa o ensino anterior: o professor de análise culpa a formação anterior em cálculo; o professor dessa disciplina fala de problemas nos conteúdos do ensino médio; o professor de ensino médio, por sua vez, regularmente reclama das dificuldades que seus alunos têm com conteúdos do ensino fundamental. Daí, por recursão, facilmente se concluí que a base do problema seria o ensino de matemática nos primeiros anos de escolaridade. Visto sob outro ângulo, pode-se dizer que o problema é que os alunos não têm os pré-requisitos necessários para cursar a disciplina.

Esse discurso que culpa o ensino anterior pelas dificuldades dos alunos com as disciplinas de matemática seria apenas uma cantilena? Segundo Djairo, citado por Reis (2001), as maiores dificuldades que os alunos encontram no cálculo de integrais reside em problemas elementares de manipulação algébrica. Tão elementares que costumam ser vistos ainda no ensino fundamental. Como fica esse tipo de questão? As dificuldades dos alunos nos cursos de matemática não teriam, preponderantemente, relação com falhas anteriores?

Penteado, Bertolo e Baroni (1995)[89] trazem um relato de uma experiência realizada no curso de graduação em matemática (bacharelado e licenciatura) do IGCE da UNESP de Rio Claro. O objetivo da proposta era amenizar o degrau existente entre os conteúdos matemáticos do ensino médio e os do primeiro ano da graduação. A experiência mostrou-se bem sucedida, entretanto, mostrou também que existe a necessidade de envolvimento dos professores de cada disciplina, de se estabelecer conexões entre elas, de se realizar monitorias, conferências e, também, do trabalho não ficar restrito apenas ao primeiro ano do curso. Ou seja, o trabalho é difícil, requer muito comprometimento com o aprendizado do aluno. Daí fazemos

[89] PENTEADO, M. G.; BERTOLO, N. P.; BARONI, R. L. S.; Uma Nova Abordagem para a Graduação em Matemática. **BOLEMA**, Rio Claro, n. 11, p. 63-75, 1995.

novamente a pergunta: não há razão em se culpar o ensino anterior? Uma proposta como a contida em Penteado, Bertolo e Baroni estendida até o ano do curso onde os alunos têm a disciplina de análise não teria efeitos substanciais sobre o aprendizado dos alunos?

Há mais o que se discutir aqui. Muitos professores de análise culpam as disciplinas de cálculo pela dificuldade que seus alunos têm em sua disciplina. Bem, no caso de se culpar o ensino médio, temos, em certo sentido, uma questão externa à universidade: as escolas de onde vieram os alunos não os prepararam adequadamente. Mas, e com relação ao cálculo? O aluno já estava na universidade, o aluno foi aprovado nessa disciplina, e, portanto, apto a prosseguir seus estudos, então, como ainda tem dificuldades nela? Se o problema todo vem do ensino médio, passa pelo cálculo e depois chega à análise, então esse aluno já deveria ter sido retido no cálculo. Por que não foi? Por que não foi também no ensino médio?

As reflexões de Baldino em Reis (2001) de novo se mostram pertinentes. Compromisso com o aprendizado ou com o funcionamento do sistema? Nas disciplinas de cálculo, conforme cita Baldino, muitas vezes os professores fazem qualquer falcatrua para não reprovar mais alunos que o conveniente. Esses alunos passam e vão cursar... análise.

Já Geraldo Ávila, citado por Reis (2001), parece não concordar com o tipo de proposta como a apresentada em Penteado, Bertolo e Baroni. Para esse professor, as dificuldades dos alunos nas disciplinas de matemática na universidade devem ser sanadas conjuntamente com o ensino das próprias disciplinas, ou seja, para ele não deve haver nenhuma revisão do conteúdo do ensino médio feita de modo separado.

Esse quadro todo de se culpar o ensino médio ou o ensino de cálculo pelas mazelas dos alunos em análise, como fica no contexto dos primeiros anos da FFCL da USP onde não havia distinção didática entre o cálculo e a análise? Em Lima (2006) encontramos um depoimento de Catunda que se dizia contrário ao processo de "democratização" do ensino secundário que começou no Brasil na década de 30. Para Catunda, esse processo se deu sem que houve recursos humanos suficientes para que ocorresse de forma séria; com qualidade, donde os estudantes passaram a chegar às universidades sem uma preparação adequada. Se essa crítica se fazia presente àquela época, como podemos interpretá-la nos dias de hoje, onde houve a universalização do ensino fundamental sobre a qual recaem problemas muito maiores que os apontados por Catunda? Será que não vem daí uma das causas dos problemas?

Destarte, acreditamos que um possível encaminhamento nessa questão não pode desprezar o papel do ensino anterior na disciplina de análise; não se deve superar esse discurso como defende Bolognezi (2008). O que nos parece um descompromisso com o

ensino é se apoiar exclusivamente nesse tipo de discurso, usá-lo como muleta: o aluno não tem base, nada há o que se fazer. Acreditamos que há; a proposta de Penteado, Bertolo e Baroni (1995) é uma delas, até mesmo a que sugere Ávila em Reis (2001), embora vá de encontro a essa primeira: por que não usar a própria disciplina de análise para sanar as dificuldades anteriores dos alunos que acarretam em problemas na própria disciplina?

Tratar todas essas questões de modo sério e compromissado demanda trabalho, conforme já falamos, mas é necessário que se pense na crítica de Baldino, se ela é exagerada, então é sinal de que algo diferente pode ser feito. Se os alunos chegam à análise com dificuldades vindas do cálculo, a universidade precisa rever suas próprias avaliações.

OS CONTEÚDOS DE ANÁLISE, SUA SEQÜÊNCIA E ABORDAGEM

Ávila, em Reis (2001), defende que nas disciplinas de cálculo se ensine primeiro uma noção intuitiva de derivada para depois se introduzir o conceito de limite. O Prof. Monteiro de Camargo na Escola Politécnica da USP, em seus cursos de cálculo, bastante semelhantes ao que hoje entendemos como análise, ensinava primeiro os conceitos de integral para depois tratar de derivadas (SILVA, 2006). Grattan-Guiness (1997)[90], citado por Reis (2001), lembra que, no Cálculo, os conceitos de integral, derivada e limite foram desenvolvidos historicamente nessa ordem, entretanto, são ensinados em ordem inversa.

A questão da ordem de apresentação dos conceitos nas disciplinas de cálculo e de análise faria substancial diferença para o aprendizado dos alunos ou para a formação do professor de matemática? Já vimos que a dificuldade e o alto índice de reprovação dos alunos nas disciplinas de cálculo e de análise e, em especial nessa última, é aparentemente um fato histórico. Nesse contexto, já tivemos integral sendo abordada antes de derivada, temos hoje o contrário. O problema persiste. Será esse tipo de questão realmente o âmago dos problemas existentes no ensino de cálculo e de análise? É impossível não deixar de lembrar novamente a teoria da farsa do ensino defendida por Baldino em Reis (2001). Se não há um comprometimento real com o aprendizado do aluno, qualquer solução de outra natureza será apenas paliativa. Assim sendo, atribuir o insucesso dos alunos na disciplina à ordem dos conteúdos nos parece algo leviano. Por outro lado, julgamos relevante levantar essa discussão. Ainda que não acreditemos ser esse o cerne do problema, questionamos: por que não poderia

[90] GRATTAN-GUINESS, I. (1977). *O que foi e o que deveria ser o Cálculo?* Zetetiké, 5(7) 69-94.

ser diferente? Citamos aqui apenas os conteúdos de derivadas e integral, mas poderíamos fazer semelhante análise com limites e continuidade ou mesmo com esse par e o par anterior.

Em última análise, assim, podemos refletir não só a questão da ordem dos conteúdos, mas também quais os conteúdos devem estar presentes numa disciplina de análise para a licenciatura. Números reais devem estar presentes? Deve ser dado um tratamento rigoroso a todo o conteúdo do cálculo ou apenas a alguns pontos mais importantes? Devem ser tratados apenas os fundamentos, como defende Bolognezi (2006)? Por que não dar esse mesmo tratamento aos conteúdos do cálculo em várias variáveis, variáveis complexas e outros?

A última questão levantada no parágrafo anterior automaticamente nos remete à discussão sobre a sucessiva diminuição dos conteúdos de análise. O trabalho de Lima (2006) e de Silva (2006) nos mostra que as apostilas de Monteiro de Camargo e de Omar Catunda eram bastante rigorosas e completas, até mesmo para os padrões de hoje. Particularmente sobre o livro de Catunda, Lima nos diz que ele próprio, quando na Bahia, deixou de utilizá-lo na graduação, reservando seu uso para a pós-graduação. Essa "diminuição" de conteúdo e de rigor teria relação com o processo de democratização do ensino e crescente despreparo dos alunos? Ou teria relação com o processo de modernização da disciplina, ou seja, todos aqueles pontos começaram a ser ensinados na graduação por "modismo" da época e depois percebeu-se que não eram adequados a esse nível?

Das discussões sobre quais assuntos tratar numa disciplina de análise para licenciatura, e em que ordem, surge naturalmente uma terceira: com que abordagem? Numa das categorias do trabalho de Moreira, Cury e Vianna (2005) é dito que a disciplina de análise é importante para a formação do professor de matemática por permitir uma maior compreensão dos fenômenos naturais. Isso nos remete imediatamente para as idéias de Djairo e Ávila em Reis (2001) que defendem uma maior aproximação entre a matemática e a física. Entretanto, como isso poderia acontecer de fato? Como seria um ensino de análise mais aplicado? Para Ávila: "o Cálculo deve ser apresentado com um mínimo de formalismo, com apelo à intuição e aos problemas da Física e Geometria". Como fazer isso na análise? E o que pensar sobre a posição de Baldino, também em Reis (2001), que acha que os alunos não se interessam por aplicações? Assim sendo, parece não haver convergência com relação a isso.

Se a convergência não existe no campo da aplicabilidade, o mesmo não se pode dizer com relação às opiniões dos professores citados no parágrafo anterior (Elon, Ávila, Djairo e Baldino) sobre a questão do rigor: de certo modo todos concordam que um rigor excessivo não é benéfico para o futuro professor. Porém, se a questão do tratamento rigoroso se

distancia da aplicabilidade com relação à convergência de opiniões sobre seu tratamento, aproxima-se por outro: não há indicativos de como se deve proceder. Em termos diferentes, como seria um curso de análise "menos" rigoroso e mais intuitivo? Como se daria, no ensino de análise, o ponto de equilíbrio entre o par tensional *intuição* e *rigor* apontado por Reis (2001)? Sendo ainda mais pragmático, como um professor de análise, ao ter contato com essas pesquisas, pode efetivamente alterar sua postura em sala de aula com relação ao rigor? Evidentemente não temos essas respostas.

Outro ponto que desejamos discutir sobre o tratamento que se deve dar aos conteúdos de análise para licenciatura é um velho chavão: articulação com os conteúdos do ensino médio. Pois bem, lembramos que para 36% dos alunos entrevistados por Bolognezi (2006) tal articulação é fundamental. Por que chamamos isso de chavão? Esse discurso sempre se faz presente quando se fala da disciplina de análise, é comum ouvir por parte dos alunos essa reclamação, conforme o trabalho de Bolognezi confirma, mas, a questão básica, de novo, é: como fazer isso? Onde está essa articulação? Quede pesquisas que a aponte?

É curioso notar como é possível notar a falta de algo sem que se saiba o que é esse algo. Dito de outra forma, se falta tal articulação, é por que ela existe, oras, se existe deve ser simples apontá-la, e se é, restaria saber por qual motivo ainda não foi feito. É evidente que não acreditamos nessa conclusão, mas não por falha lógica e sim pela falha na premissa: a falta de articulação. Acreditamos que não se deve atribuir o peso dos problemas da disciplina a ela se nem se sabe da sua existência de fato. O primeiro passo é refletir se tal articulação existe, se sim, parece-nos muito interessante usá-la numa disciplina de análise para licenciatura, se não, daí será necessário pensar se esse é o único objetivo de uma disciplina matemática dada para a licenciatura. Pois se for, então o problema todo será muito maior, já que não é só a análise que não cumpre tal papel. Nesse ponto nos lembramos de Batarce (2006), que, ao falar da visão que se tem de que a análise conseguiu dar o rigor que faltava ao cálculo, alerta que considerar a falta de algo é equivalente a dizer que esse algo é necessário, de um ponto de vista objetivo e universal. Cabe aqui, assim, claramente uma reflexão.

Falamos já da questão da aplicabilidade, rigor, articulação com os conteúdos do ensino médio, uma última abordagem que observamos que emergiu dos trabalhos foi o da história da matemática. Não falamos daquela de que trata Ávila em Reis (2001), a saber, via notas históricas, mas a proposta por Batarce (2006), a qual ele chama de *Um Contexto Histórico para Análise Matemática* (CHAM). A idéia de se tratar a *História da Matemática* como uma *Educação Matemática* em si e fazer uso disso no ensino de análise pareceu-nos muito

interessante. Entretanto, como já apontamos sobre a questão das demais abordagens, a maneira como efetivar isso não está claramente apresentada, apesar do exemplo específico que Batarce traz, da teoria da medida, dar alguns indicativos.

Concluímos este ponto dizendo que a questão de que conteúdos devem ser abarcados numa disciplina de análise, bem como a sua ordem, parece-nos algo completamente em aberto pelo momento. Por outro lado, no âmbito da abordagem dos conteúdos, embora não se tenha indicação tão claras, há ao menos mais caminhos sugeridos, de modo que vemos essa questão melhor tratada frente às demais.

A ARMADILHA DO ENSINO DE ANÁLISE

Alguns dos problemas mais relatados relacionados com o ensino de análise estão ligados às dificuldades dos alunos com a disciplina, falta dos pré-requisitos necessários para seu entendimento, falta de interesse dos alunos. Quando ouvimos falar dos problemas do ensino da matemática na educação básica como um todo, a situação não é muito diferente. Os alunos não gostam, têm dificuldade, não vêem sentido naquilo que estão aprendendo. Para alguns pesquisadores, tentativas de mudar esse quadro só forçam uma situação que não seria natural: alguns alunos podem não querer e não precisar da matemática para suas vidas. Pois bem, e como é esse quadro com relação à análise nos cursos de licenciatura em matemática?

Pensemos; essa disciplina é obrigatória na grade da maioria dos cursos de licenciatura neste país, mas não todos. Mesmo o curso onde obtivemos grau, Licenciatura em Ciências Exatas da USP de São Carlos, é um exemplo. O professor formado sem essa disciplina não tem condições de atuar em sala de aula? Todos aqueles que foram formamos no mesmo curso que o nosso e tantos outros de outros cursos onde a disciplina de análise não é obrigatória também não poderão? Oras, se a resposta fosse afirmativa, seria mui facilmente justificável a importância dessa disciplina para os licenciandos, mas a verdade é que não é. Todos esses profissionais estão aí, atuando, e não sentem falta dela. Não só esses como aqueles formados por cursos que os obrigaram a cursá-la, o que nos remete ao trabalho de Ciani, Ribeiro e Júnior (2006): os egressos dos cursos de licenciatura não vêem sentido em disciplinas como as de análise e de estruturas algébricas.

Seria interessante pensar numa pesquisa que fosse mais abrangente que a do trabalho citado no parágrafo anterior, que envolvesse licenciandos, egressos, professores que já estão

atuando em sala de aula. Alunos de cursos onde a disciplina é obrigatória, alunos de cursos onde não é. Enfim, haveria muito o que se fazer. Entretanto, não é por esse caminho que queremos enveredar nossas discussões neste item.

É necessário pensar que para além de nossos esforços em conceber uma análise que efetivamente contribua para a formação do professor, existe a possibilidade de simplesmente essa disciplina ser desnecessária. Nesse caso muito pouco ou nada adiantará seguir na direção apontada no começo deste parágrafo. Essa possibilidade pode parecer muito subversiva, tanto quanto aquela que diz que a matemática ensinada nas escolas também é desnecessária, só que ela existe. Destacamos aqui o trabalho de Pais (2009)[91].

Para Pais, o conhecimento na escola é apenas um álibi para a prática de educar e disciplinar; um álibi para a formação de sujeitos necessários à sociedade moderna. Pais, citando idéias de Foucault (2003[92], 2004[93]), compara a escola a instituições como prisão, asilo e hospital, nesse contexto, tem propósitos que têm muito mais a ver com o governo das pessoas que com a transmissão do conhecimento. Entretanto, é vendida uma idéia de escolarização como a única modalidade legítima de se pensar sobre educação; que a escola é uma instituição necessária e que as pessoas devem passar toda a sua infância e grande parte da adolescência nela. Essas idéias, bem como o chamado "desejo pela educação", são necessários para se formar pessoas "inteligentes" e motivadas, pessoas com atitude e muita auto-estima para o mercado de trabalho.

No campo específico do ensino da matemática, os currículos, em geral, explicitam a importância de se trabalhar com as relações entre matemática e sociedade, entretanto, a orientação dos conteúdos voltada para avaliações e outras práticas disciplinares de competição e calibração, podam qualquer tentativa de mudança por parte do professor. A idéia de que a Matemática é uma das mais importantes conquistas do ser humano e um dos mais importantes conteúdos da escola faz parte do rol das idéias que incluem a da escolaridade como necessária. Na verdade é imbuído nos estudantes não só a importância de se saber matemática como a necessidade de se gostar de matemática; governa-se não só aspectos morais, como também sentimentos para que se produza o cidadão ideal.

---

[91] PAIS, A.. The Tension between What Mathematics Education Should Be For and What It Is Actually For. In: ERNEST, P.; GREER, B.; SRIRAMAN, Bharath (Ed.). **Critical Issues in Mathematics Education.** Charlotte: Information Age Publishing, 2009. p. 53-60.

[92] Foucault, M. (2003). *Vigiar e punir* (27ª Ed.). Petrópolis: Editora Vozes.

[93] Foucault, M. (2004). Microfísica do Poder (20ª Ed.). Rio de Janeiro: Edições Graal.

O paralelo entre o ensino de matemática na educação básica e o de análise nas licenciaturas parece-nos claro. Será que a presença da disciplina de análise nas licenciaturas não é uma mera questão de mercado com o objetivo de selecionar os estudantes mais aptos a seguirem para o bacharelado? Não estaria assim incorporada às grades dos cursos de matemática apenas por conta do bacharelado e muitas vezes não seria mantida apenas por inércia ou então por uma espécie de tradição? E o que pensar da chamada *mais-valia* que Marafon (2004)[94] aponta para o ensino de matemática? Não seria a disciplina de análise essa *mais-valia* nos cursos de matemática? Afinal, aos estudantes que se destacam nessa disciplina em geral cabe um *status* acadêmico superior ao dos demais. O mesmo talvez se possa dizer dos licenciandos que obtiveram grau em cursos que contam com essa disciplina.

Assim, parafraseando Pais, podemos dizer que os objetivos do ensino da análise como um todo são uma armadilha, o que não significa, no entanto, que a análise não seja relevante. A armadilha reside no fato de que a análise nos cursos de licenciatura em matemática não promove os objetivos que são mencionados com orgulho pelos matemáticos e não naquilo que ela poderia promover caso fosse trabalhada sob uma perspectiva ideal. Desse modo, perguntas sobre o porquê da análise ganham uma nova dimensão. Não se deve olhá-las apenas sob o ponto de vista ideal, mas também pensando como ela realmente atua dentro das universidades.

OUTRAS QUESTÕES CRÍTICAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ANÁLISE

Queremos trazer neste último item mais algumas questões críticas que emergiram da leitura dos trabalhos mapeados nesta seção. O fato dessas questões estarem aqui não significa que as julgamos menores com relação às outras, tampouco que acreditamos que as discussões se encerrariam nelas. Essa escolha se deu por termos encontrado mais elementos para refletir sobre as questões anteriores que sobre essas. As discussões também não terminam aqui, outros leitores podem enxergar outras discussões, nós mesmos poderíamos ter encontrado outras caso nossa leitura tivesse sido realizada em um momento diferente. Assim, aos nove pontos já elencados, somam-se outros seis que seguem logo mais.

1. *Avaliação em Análise*. No trabalho de Bortoloti (2003) temos discutido o tripé *emoções*, *avaliação* e *disciplina de análise*. A pesquisadora nos aponta de que maneira as

[94] MARAFON, A. C. M.. A Mais-Valia no Processo de Potenciação da Força de Trabalho. In: RIBEIRO, J. P. M.; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R.. **Etnomatemática: Papel, Valor e Significado.** São Paulo: Zouk, 2004. p. 89-102.

emoções e as crenças que os alunos têm da disciplina de análise influenciam negativamente o desempenho dos mesmos em sua avaliação. Somamos a isso várias das pesquisas que analisamos, como Bolognezi (2006), Pasquini (2007) e Souza (2003), que falam do alto índice de reprovação que a disciplina sofre e também os trabalhos de Silva (2006) e Lima (2006) que mostram que tal problemática não é exclusiva dos dias atuais. Nesse contexto podemos questionar: esse imaginário relativo a disciplina, que influenciaria negativamente o desempenho dos alunos nela, é algo histórico? Como relacionar essa questão com a fala de Baldino que diz que a avaliação é só uma desculpa para aprovar uns e reprovar outros? Podemos fazer uma relação estrita entre desempenho na avaliação de análise e o real aprendizado do aluno? A prova tradicional é a melhor forma de avaliar um aluno em análise?

2. *O Ensino de Análise e a Influência Estrangeira*. Os trabalhos de Silva (2006) e Lima (2006) falam brevemente da influência do movimento da matemática moderna para o ensino de análise no Brasil, esse ponto, em particular, relacionado à vinda dos professores italianos à FFCL da USP, especialmente Luigi Fantappiè. Agora, esse não foi o único momento marcante da influência estrangeira nos cursos de matemática no Brasil. De uma maneira geral, seria importante e relevante entender as influências não só da escola italiana (e acreditamos que mesmo com relação a essa ainda há o que pesquisar), mas também da francesa (grupo Bourbaki) e estadunidense (professores e pesquisadores realizaram estágios naquele país) para o ensino da análise matemática no Brasil.

3. *O Formalismo e a Análise*. Quais as influências da adoção da concepção formalista para o ensino de análise? Por que não admitir uma concepção intuicionista ou logicista? Seriam tais opções plausíveis? Essa discussão guarda relações com a discussão sobre intuição e rigor como a presente em Reis (2001), Lima (2006) e Pasquini (2006). Além disso, é necessário somar a essas reflexões as idéias de Batarce (2006), que nos fala que o formalismo é, em geral, tomado como única concepção aceita para o ensino da matemática.

4. *O Uso de Computadores no Ensino de Análise*. Djairo em Reis (2001) defende o uso de computadores para o ensino do cálculo. As pesquisas envolvendo as chamadas TI (Tecnologias da Informação) no ensino de cálculo são relativamente numerosas. Entretanto, não encontramos nenhuma relacionada ao ensino de análise. Será que isso seria relevante? O uso de computadores no ensino de análise poderia melhorar o aprendizado dos alunos? Se sim, como isso poderia ser feito? Como efetivamente lidar com essa questão sem que o uso dos computadores se torne meramente uma perfumaria?

5. *A Disciplina de Análise e as Pedagógicas*. O trabalho de Bolognezi (2006) traz a tona essa problemática. Os alunos dizem sentir falta de tal articulação. Mas, será que ela é possível? Como é feita tal articulação com relação a todas as outras disciplinas de matemática da licenciatura? Ela existe? Se existe, como transpô-la para a análise? Se não existe, por que levantar essa bandeira só com relação a uma única disciplina em particular?

6. *Análise e Interpretação*. Souza (2003) nos diz que uma das fontes de dificuldades dos alunos com a disciplina de análise está nas suas dificuldades com interpretação. Por isso a pesquisadora defende que disciplinas de língua portuguesa estejam presentes nas grades dos cursos de licenciatura em matemática. Essa reclamação da dificuldade de interpretação é comum também por parte dos professores de matemática da educação básica. Seria interessante incluir tais disciplinas na formação do professor? Que peso isso traria e benefícios? A interpretação tem mesmo forte peso no aprendizado na disciplina de análise?

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta primeira seção, pudemos notar que é bastante limitada a quantidade de trabalhos existentes dentro da região de inquérito que denominamos de *ensino de análise*. Mais que isso, esses trabalhos não só são poucos como não tratam, a não ser por intersecções pontuais, de questões visceralmente ligadas. Por conta disso, não conseguimos obter uma base sólida sobre a qual pudéssemos nos apoiar para tirar conclusões contundentes. Entretanto, esses trabalhos nos mostraram caminhos.

A nossa primeira análise apresentada no *Capítulo* 3 mostrou que a formação dos pesquisadores dos trabalhos analisados e o pouco tempo que se tem pesquisado a temática, exibem que a pesquisa em ensino de análise ainda está engatinhando, praticamente irrisória se comparada ao volume total de estudos dentro do campo *Educação Matemática no Ensino Superior*. A maioria dos trabalhos foi realizada por estudantes que não prosseguiram suas pesquisas dentro da temática. Mesmo os poucos professores, também abandonaram o barco. Há exceções, e as exibimos, mas são poucas. Esse quadro é insuficiente para dar conta do grande volume de pesquisas que são necessárias, conforme parágrafo posterior. Entretanto, sabemos que assim como em 2001 houve um lampejo que iluminou esse campo com o trabalho de Reis (2001), algum fato novo pode mudar a direção das coisas nos próximos anos.

Os quinze pontos críticos (ou questões críticas), apresentados no *Capítulo 5*, exibem-nos um panorama ao mesmo tempo confortante e desesperador. Confortante porque através deles pudemos enxergar muitas possibilidades de pesquisa e não haveria outro horizonte melhor que esse para pesquisadores interessados pela temática. Mas, isso também é desesperador, pois a quantidade de pesquisas necessárias para se entender profundamente e com responsabilidade o papel, a importância e relevância da disciplina de análise em cursos

de formação de professores nos mostra que até que tudo isso seja feito, estaremos numa situação experimental, para o bem ou para o mal, milhares de professores são formados, em relação à disciplina em questão, do jeito que tudo já está.

Desta seção como um todo, acreditamos que uma de nossas maiores contribuições não foi de concluir nada, mas sim de trazer questões e possibilidades e fizemos questão de pisar forte nesses pontos. Um leitor ávido por direcionamentos talvez tenha ficado decepcionado ou mesmo inquieto com essa posição: deixamos quase tudo em aberto. Mas é porque é assim que o quadro se mostrou: em aberto. E para tirar conclusões precipitadas sobre o ensino de análise (não que alguma não tenha nos escapado) melhor mesmo seria não tirá-las, afinal, que ela é importante para a formação do professor, assim secamente, isso é de conhecimento geral.

Outra contribuição foi a de trazer a maior quantidade possível dos dados sobre os quais nos debruçamos. Esmiuçamos ao máximo as pesquisas mapeadas, sendo breves só o suficiente para não cansar demais o leitor. Assim sendo, esperamos que o nosso trabalho constitua-se também como uma fonte de pesquisa; alguém que o ler terá condições de fazer sua própria análise, tirar as suas conclusões. É claro que nada substitui a leitura dos originais mapeados, mas fizemos uma escolha possível por limitações físicas, e achamos (e queremos crer nisso) que ela é suficiente para conseguir possibilitar ao leitor uma razoável oportunidade de fazer também, se quiser, o que fizemos.

Particularmente com relação ao projeto maior *A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de Matemática*, acreditamos que esta etapa do nosso trabalho cumpriu seu papel, ou seja, ao mapear a produção brasileira em ensino de análise, desencadear questões e possibilidades de pesquisas, constituiu-se como um ponto inicial relevante a partir do qual os próximos trabalhos poderão se reportar.

As escolhas que fizemos nos levaram aos caminhos descritos nesta seção como um todo, e àqueles destacados nestas considerações finais, porém, todo caminho escolhido necessariamente nega os demais possíveis rejeitados. Fizemos opções de *periódicos*, de forma de obtenção das *dissertações e teses*, opções de *anais*. Um mapeamento semelhante poderia ter sido feito com outras opções, outros veículos, ou mesmo se nos mesmos, outras formas de redução dos trabalhos, outras formas de se conceber o que é *ensino de análise*, outros procedimentos metodológicos como um todo. Mas, é claro, ante a isso tudo, teríamos outra pesquisa que não seria a que aqui foi apresentada. Fizemos nossas escolhas, e só achamos relevante frisar que temos consciência de que outras boas possibilidades existem e que fiquem essas, inclusive, como sugestão.

Assim sendo, não concebemos esta etapa do nosso trabalho como uma *palavra-final*, nem mesmo uma *palavra-final* dentro especificamente do *estado do conhecimento do ensino de análise*. Novas pesquisas devem aparecer, diferentes meios podem ser mapeados, pesquisas fora do Brasil a ser consideradas (só os trabalhos do ICME já dariam um bom trabalho do tipo *estado do conhecimento*), enfim, temos aqui, como bem frisamos no nosso título, apenas *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, outros possíveis e relevantes poderão surgir.

SEÇÃO 2

UMA TRAJETÓRIA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE

CAPÍTULO 7

UMA INTRODUÇÃO A ESTA SEÇÃO

A história do ensino de análise no Brasil não tem seus rumos ainda definidos. Os poucos estudos que tratam dessa temática, a saber, Silva (2006), Lima (2006) e Lima e Dias (2010), não trazem muitos elementos sobre, visto que, inclusive, não é esse o foco desses trabalhos. Em Silva (2006), o pesquisador está interessado em apresentar uma trajetória da carreira do Prof. Monteiro de Camargo na FFCL da USP, a trajetória das disciplinas de cálculo e de análise naquela instituição é objetivo secundário. De forma semelhante, o trabalho de Lima (2006) trata de analisar a obra do Prof. Omar Catunda e trazer alguns elementos sobre sua trajetória profissional, desses dois pontos surgem também considerações sobre o processo de constituição da matemática moderna e sobre o ensino de análise nos primeiros anos da FFCL da USP e da Escola Politécnica.

Em ambos os trabalhos anteriormente citados, o período analisado é posterior ao da criação da FFCL da USP, ou seja, 1934. Não podemos deixar de citar, no entanto, o trabalho de Oliveira (2002)[95], que apresenta uma visão histórica do cálculo diferencial e integral ministrado nos cursos básicos da Escola Politécnica de São Paulo de 1893, data de sua criação, até 1934, quando é incorporada a USP. Visto que o ensino de cálculo e o de análise estiveram visceralmente atrelados por muitos anos, consideramos o trabalho de Oliveira relevante dentro de um possível ramo que busque identificar as origens e os caminhos que a disciplina de análise seguiu até chegar aos moldes atuais.

É justamente esse um dos interesses do projeto coordenado pela Profa. Dra Rosa Lúcia Sverzut Baroni, *A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de*

[95] OLIVEIRA, A. S. V.. **O Desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral em São Paulo.**2002. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2002.

Matemática, já que nele, os aspectos históricos relacionados a essa disciplina tem especial atenção. É nesse contexto que se insere esta parte do nosso estudo ora introduzido, cujo objetivo central é traçar um panorama da trajetória da disciplina de análise em duas instituições públicas do estado de São Paulo: USP e UNESP. Mais especificamente, quando falamos da trajetória da disciplina estamos falando da trajetória de seus *objetivos*, *conteúdos* e *bibliografia*, presentes em seus programas oficiais.

Assim, em certo sentido, podemos dizer que esta seção do nosso trabalho está inserida dentro da *História da Educação Matemática*, abordando a temática "História dos processos pedagógicos por meio de análise histórica de materiais pedagógicos, de livros didáticos adotados, de ementas curriculares, de sistemas de avaliação etc." (BARONI E NOBRE, 1999)[96]. Alertamos, no entanto, e que isso fique claro, que não nos embebemos de fontes teóricas outras dentro dos campos *História da Matemática* ou *História da Educação Matemática*. Entendemos nosso trabalho como um trabalho de *História da Educação Matemática* por se tratar de um estudo no tempo e espaço que envolve a ação humana num campo específico que é de interesse da *Educação Matemática* (história de processos pedagógicos ou história de disciplinas escolares). E é só isso. Confrontar nossas opções metodológicas ou outras com referenciais dessas áreas, portanto, não faz sentido.

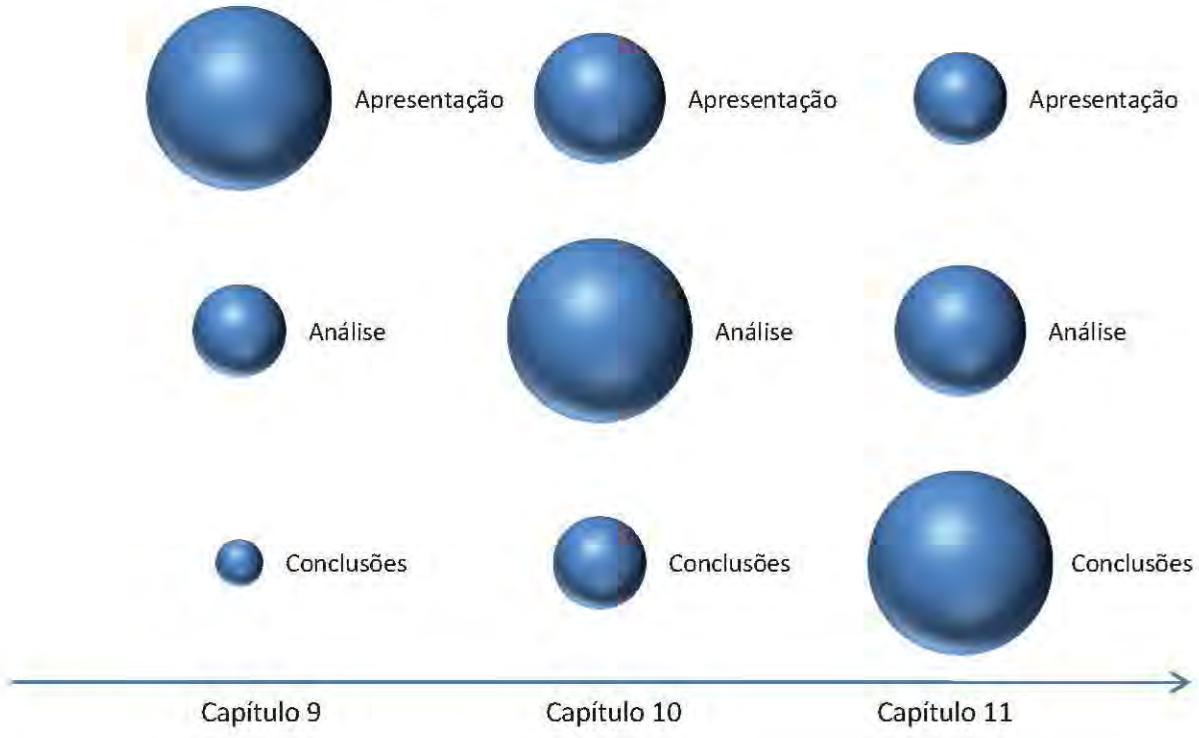
Escolhemos como base os cursos do IME da USP e do IGCE da UNESP por serem esses os mais antigos do Estado de São Paulo, dentre os de instituições públicas. Mais que isso, o curso da USP é o mais antigo do Brasil, enquanto curso autônomo, com currículo próprio. Além disso, essas duas instituições possuem grande produção científica e grande influência nacional e, sem dúvida, são referência na formação de profissionais qualificados na área de Matemática. Sendo assim, traçar o panorama da disciplina de análise nessas instituições *de alguma forma* também significará ter uma visão mais ampla dessa disciplina nos cursos de licenciatura em matemática no Brasil. Ressaltamos, no entanto, que o nosso objetivo não foi investigar as histórias dos cursos, nem mesmo a história das disciplinas de análise neles. A finalidade da escolha das licenciaturas em matemática da UNESP e USP foi amostral, ou seja, desejamos descrever o movimento que a disciplina de análise fez até chegar à estrutura atual e, na impossibilidade de analisar todos os cursos do país, fizemos a opção de escolher duas instituições convenientes.

[96] BARONI, R. L. S.; NOBRE, S. R.. A Pesquisa em História da Matemática e suas Relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.. **Pesquisa em Educação Matemática:** Concepções e Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 129-136.

Cabe, antes de mais nada, clarificar o que entendemos como disciplina de análise. Primeiramente, nosso levantamento histórico pretende traçar um panorama de como a disciplina de análise se estruturou no que hoje ela é entendida como tal. Agora, no levantamento em si, consideraremos tanto as disciplinas cujos nomes trouxessem no título a palavra "análise" quanto aquelas que tratassem de conceitos da Análise, essa a área da Matemática (no sentido atual). Sendo assim, nosso interesse também recaiu, por exemplo, sobre disciplinas de cálculo, quando essas não tratavam essencialmente de aplicações algorítmicas, como é feito hoje em dia.

Falemos agora da estruturação do nosso trabalho. Apesar de usarmos, como falaremos logo mais a seguir, da separação *Capítulo 9* (*apresentação*), *Capítulo 10* (*análise*) e *Capítulo 11* (*conclusões*), na realidade em todos eles fazemos apresentação dos resultados como também análises e trazemos conclusões. O que tal separação indica é uma direção, caminhamos da *apresentação* às *conclusões* assim como caminhamos do *Capítulo 9* ao *Capítulo 11*. A Figura 3 ilustra bem essa pontuação.

Figura 3 – Esquema que ilustra o movimento dos capítulos da *Seção 2* na direção da *Apresentação* para as *Considerações Finais*.



Isso posto, no *Capítulo 8* temos detalhados os nossos procedimentos metodológicos. A nossa pesquisa tem um caráter essencialmente qualitativo. Os documentos oficiais, mais especificamente programas de disciplinas de análise, nos moldes do que dissemos nos parágrafos anteriores, são a nossa única fonte de dados. Separamos a nossa pesquisa essencialmente em duas etapas: *coleta de dados* e *análise de dados*. Essa última, ainda, em outras três: *apresentação*, *redução* e *conclusões*. A coleta de dados, em síntese, foi realizada nos arquivos de graduação de cada uma das instituições pesquisadas. Com relação à análise, apresentamos os dados de uma forma essencialmente descritiva e através de tabelas e diagramas. Não tivemos dificuldades no processo de redução devido ao fato de nossa pesquisa ser bastante dirigida, e as conclusões emergiram naturalmente das duas etapas anteriores.

No *Capítulo 9* temos a apresentação dos resultados, que, conforme dissemos no parágrafo anterior, é essencialmente descritiva. Na realidade, buscamos explicitar ao máximo todas as modificações pelas quais a disciplina de análise passou nos dois cursos analisados. Sempre que possível utilizamos tabelas, diagramas e também figuras com a reprodução dos próprios documentos coletados. Entretanto, para não dificultar a leitura, optamos por deixar no corpo do texto apenas os documentos mais relevantes, para os demais, utilizamos dos anexos. As figuras e os anexos com os documentos cumprem o papel não só de ilustrar e complementar as descrições feitas, como também dar veracidade aos dados. Nesse capítulo ainda, podemos dizer, é possível encontrar já uma primeira análise de alguns dos dados apresentados. Uma análise pontual. Assim procedemos quando a descrição de alguma etapa naturalmente conduzia a narrativa para essa direção, de modo que fazê-lo depois deixaria o texto um pouco mais cansativo e com necessidade de se fazer referências a partes anteriores.

Dividimos esse capítulo em quatro partes: *Cálculo, Análise e Topologia na FFCL de Rio Claro*; *A Disciplina de Análise no IGCE da UNESP*; *Análise Matemática na FFCL da USP*; e *As Disciplinas de Análise no IME*. Em cada um deles, assim, temos descrito o período a que faz referência o título: o curso da FFCL de Rio Claro funcionou nessa unidade de 1959 até 1976, quando foi incorporado à UNESP e passou para a responsabilidade do IGCE; o curso da FFCL da USP funcionou nessa unidade de 1934 até 1970, quando a FFCL foi desmembrada em vários institutos e o curso passou a funcionar no IME.

No *Capítulo 10* temos uma segunda análise dos resultados, onde destacamos o movimento geral da disciplina de análise nos dois cursos analisados nos itens *O Movimento da Análise na FFCL de Rio Claro e no IGCE da UNESP* e *O Movimento da Análise na FFCL e no IME da USP*; estabelecemos conexões entre os dois cursos no item *Estabelecendo*

Conexões entre os Dois Cursos; e destacamos o movimento da disciplina de análise com relação aos seus *Objetivos, Conteúdo e Bibliografia* no item que tem exatamente esse nome.

Por fim, no *Capítulo 11* apresentamos as nossas considerações finais desta seção retomando alguns pontos discutidos anteriormente e sintetizando algumas idéias. Nesse capítulo fazemos também um exercício de *mea culpa* apontando as fragilidades do nosso trabalho e dando encaminhamentos possíveis para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 8

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O nosso objetivo nesta etapa é traçar uma trajetória da disciplina de análise, com relação principalmente aos seus *objetivos*, *conteúdo* e *bibliografia*, em dois cursos de licenciatura em matemática: o da FFCL da USP, posteriormente transferido para o IME, e o da FFCL de Rio Claro, posteriormente sob responsabilidade do IGCE da UNESP. Delimitar as nossas escolhas metodológicas para isso sempre nos pareceu um desafio. Na realidade, para essa tarefa a que nos propomos, acreditamos que existam muitas possibilidades plausíveis de métodos que retornem resultados satisfatórios. Entretanto, é necessário fazer opções, e fizemos algumas.

A primeira delas foi enquadrar a nossa pesquisa numa modalidade maior. Não que isso fosse estritamente necessário, assim, no sentido de um mero rótulo, mas o nosso ensejo com isso foi tanto o de procurar através de enquadramentos o melhor caminho a se seguir, quanto tentar deixar o mais claro possível as nossas opções. Assim sendo, esta etapa da nossa pesquisa pode ser identificada com a modalidade denominada pesquisa qualitativa. André (1995)[97] aponta que a pesquisa qualitativa tem se firmado como uma forma muito comum de pesquisa em Educação. Acreditamos que essa modalidade é adequada ao que nos propomos a responder, pois, segundo essa mesma autora, é pretendido numa pesquisa qualitativa:

> (...) apresentar, com base nos dados obtidos e no posicionamento do pesquisador, uma das possíveis versões do caso, deixando-se aberta a possibilidade para outras leituras/versões acaso existentes. Não se parte do pressuposto de que a reconstrução do real feita pelo pesquisador seja a única ou a correta; aceita-se que os leitores possam desenvolver as suas representações do real e que essas possam ser tão significativas quanto a do pesquisador. (p. 56)

[97] ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da Prática Escolar**: Campinas: Papirus, 1995.

Assim sendo, consoante com o que expusemos no início deste capítulo, não pretendemos apresentar uma visão única sobre o fato, mas sim levantar questionamentos, trazer resultados, não sem, é claro, tomar um posicionamento pessoal baseado na pesquisa realizada.

Segundo Bogdan e Byklen (1994)[98], Tuckman (2002)[99] e Quivy e Campenhoudt (2008)[100], existem três grupos de fontes de obtenção de dados em pesquisas qualitativas: a) *observação*; b) *inquérito* e c) *análise de documentos*. Nesta etapa da nossa pesquisa as nossas fontes são as do terceiro grupo. Para Lüdke e André (1986)[101], "a análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema." A nossa perspectiva foi a de adotar a *análise de documentos* como o nosso método de pesquisa central, ou seja, os documentos foram por si só o alvo de estudo (BELL, 1993)[102].

Sabemos da importância do processo de *triangulação* das fontes, ou seja, de se utilizar de vários métodos para se obter dados numa pesquisa. Esse processo é importante, pois serve para validar os dados obtidos. Entretanto, como nosso objetivo leva em conta puramente os programas oficiais das disciplinas de análise, julgamos que adotar a atitude de utilizar da *análise de documentos* como fonte única de dados não prejudica nossa análise, pelo contrário, está justamente de acordo com o que pretendemos buscar.

Baseando-nos mormente em Flores (1994)[103] e Bell (1993), podemos dizer que os documentos são fontes de dados e sua análise objetiva atribui um significado a eles que é relevante para a pesquisa realizada. Nesse contexto, a *análise de documentos* pode ser vista como constituída de duas etapas: a primeira de *obtenção dos dados* e a segunda de *análise dos resultados*. Seguimos essas etapas nessa parte da nossa pesquisa.

Iniciamos a nossa coleta de dados ainda no primeiro semestre de 2009, junto ao arquivo do curso de matemática da UNESP de Rio Claro. Essa etapa foi concluída logo no início do segundo semestre do mesmo ano. Nosso primeiro passo foi entrar em contato com a seção de graduação do referido instituto. Com as informações lá obtidas, encaminhamos um ofício à diretoria pedindo acesso a arquivos de interesse. Uma vez obtida tal autorização,

[98] BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
[99] TUCKMAN, B. **Manual de Investigação em Educação**: Lisboa: Fundação Colouste Gulbenkian, 2002.
[100] QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L.. **Manual de Investigação em Ciências Sociais.** 5. ed. Lisboa: Gradiva, 2008.
[101] LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A.. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
[102] BELL, J.. **Como Realizar um Projecto de Investigação**. Lisboa: Gradiva, 1993.
[103] FLORES, J.. **Análisis de Datos Cualitativos:** Aplicaciones a la Investigación Edutativa. Barcelona: PPU, 1994.

iniciamos a coleta. Infelizmente, embora fosse esperado, nem todas as grades curriculares do curso foram encontradas, o mesmo se aplica aos programas de disciplinas. Para contornar esses problemas, coletamos também diários de classe elaborados por professores. Por outro lado, em alguns casos, o programa de uma disciplina tanto pôde ser encontrada na sua ementa oficial quanto nas anotações de diário de classe do professor, por exemplo. Na ocorrência desse fato, demos preferência para as informações contidas nos programas oficiais. No Quadro 13 temos em destaque os anos para os quais obtivemos os programas das disciplinas.

Quadro 13 – Em destaque a relação dos anos para os quais foram obtidos os programas oficiais das disciplinas de análise do curso de matemática da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP.

1959	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**
1966	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**
1973	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**
1980	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**
1987	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**
1994	1995	1996	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
2001	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2008	**2009**					

A coleta de dados do curso de matemática da USP iniciou-se no fim do segundo semestre de 2009 e foi concluída no meio do primeiro semestre de 2010. Foi realizada junto aos arquivos do Centro de Apoio à Pesquisa em História (CAPH) da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) e das Assistências Acadêmicas dessa mesma faculdade e do IME. Para o período em que o curso funcionava na FFCL, coletamos guias, anuários e programas publicados pela unidade. Infelizmente não foi possível obter dados de todos os anos, entretanto, consideramos que conseguimos quantidade suficiente para realizar a nossa análise. Não encontramos a mesma dificuldade com relação ao período posterior a 1970, já que o IME publica anualmente, desde 1971, catálogos de graduação onde pudemos encontrar as informações de nosso interesse. No Quadro 14 temos em destaque os anos para os quais obtivemos os programas das disciplinas, da FFCL até o IME.

Em qualquer dos casos, não só os programas de disciplinas que hoje chamaríamos de análise foram considerados, mas também aquelas cujos nomes trouxessem em seus títulos a palavra *análise* e outras que trabalhassem com conceitos da Análise, essa a área da Matemática, conforme já relatamos em capítulos anteriores. Em especial, como já sabíamos

de antemão que durante um longo período as disciplinas de análise se confundiam com as de cálculo, achamos por bem, tanto nos casos da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP, quanto nos da FFCL da USP e do IME, coletar programas também dessa última disciplina.

Quadro 14: Em destaque a relação dos anos para os quais foram obtidos os programas oficiais das disciplinas de análise do curso de matemática da FFCL da USP e do IME.

1934	**1935**	**1936**	**1937**	**1938**	1939	1940
1941	**1942**	1943	1944	1945	1946	1947
1948	1949	1950	**1951**	1952	**1953**	**1954**
1955	**1956**	1957	1958	**1959**	**1960**	1961
1962	1963	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**
1969	1970	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**
1976	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**
1983	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
1990	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**
2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	

Antes de descrevermos a nossa etapa de *análise dos resultados*, gostaríamos de falar um pouco da *natureza* dos nossos documentos e do nosso processo de seleção. Segundo Bell (1993) e Cohen e Manion (1994)[104], as fontes documentais podem ser classificadas em *primárias*, que por sua vez se subdividem em *deliberadas* (produzidas com o intuito de servir como fontes) e *inadvertidas* (fruto natural do funcionamento do sistema em estudo), e *secundárias*. Os documentos por nós recolhidos claramente podem ser classificados como fontes *primárias* e *inadvertidas*. Já com relação à *seleção* dos documentos, destacamos o processo de *pré-análise* que realizamos concomitantemente com o a obtenção dos documentos de modo a torná-la mais produtiva.

Para a *análise dos resultados*, a grosso modo, seguimos as três etapas descritas por Miles e Huberman (1994)[105]: a) *Redução*; b) *Apresentação*; c) *Conclusões*. Não encontramos maiores dificuldades no processo de *redução*, já que nosso estudo documental é bastante dirigido e o foco da pesquisa está nas grades curriculares e nos programas da disciplina de análise, ou em semelhantes documentos que trouxessem as informações que procuramos.

[104] COHEN, L.; MANION, L.. **Research Methods in Education.** 4. ed. Londres: Routledge, 1994.
[105] MILES, H.; HUBERMAN, M.. **Qualitative Data Analysis**: An Expanded Sourcebook. Londres : Sage, 1994.

Dessa forma, os documentos pesquisados por si só já foram os elementos que nos permitiram estabelecer as relações e obter as conclusões desejadas. Entretanto, foi necessário, num primeiro momento, separar os programas que eram efetivamente de análise daqueles que no processo de coleta pareceram-nos ser de análise. Também, reduzimos de modo considerável nossos dados agrupando os programas por período, já que tanto no caso da USP quanto no da UNESP, não foram observadas mudanças de programa em todos os anos pesquisados. Uma boa parte dessa etapa aconteceu concomitantemente com a própria *seleção* dos documentos, na etapa de coleta de dados através da pré-análise de que falamos no parágrafo anterior.

Com relação a *apresentação dos dados*, procuramos fornecer uma visão de conjunto através de uma descrição sintetizada dos programas mais relevantes e das modificações que aconteceram ao longo dos anos. Em alguns casos, valemo-nos também de quadros, figuras e esquemas para ilustrar movimentos ou outras informações que julgamos ficarem melhor organizadas sob essas formas. Não tentamos ser sintéticos nesse processo de apresentação, pois acreditamos que ao trazer uma quantidade substancial de informações, aumentamos as chances do leitor do nosso trabalho de tirar suas próprias conclusões tendo uma base segura. Dessa forma, guiamo-nos por uma tensão entre brevidade e quantidade de informações. Esperamos que tenhamos obtido sucesso nela e encontrado um equilíbrio.

Outra tensão que se fez presente no nosso processo de *apresentação dos dados* foi a questão da apresentação dos documentos comprobatórios. Procuramos, sempre que possível, colocá-los junto ao corpo do texto, para facilitar a leitura e compreensão. Entretanto, para aqueles documentos cujo número de páginas era considerável e também para aqueles de menor expressão dentro do nosso processo descritivo, optamos por fazer uso dos anexos, que estão no segundo volume desta dissertação.

Finalmente, as *conclusões* foram obtidas durante todo processo de *obtenção* dos dados, *redução* e *apresentação* dos mesmos, uma vez que essas tarefas permitem que progressivamente se avance do descritivo para o explicativo e do concreto para o abstrato (FLORES, 1994). Salientamos, outrossim, que essa etapa não foi constituída apenas de uma justaposição das etapas anteriores, na realidade, essas, bem como as conclusões obtidas no decorrer da pesquisa, foram o caminho para as nossas conclusões finais.

CAPÍTULO 9

A Disciplina de Análise em Cursos de Licenciatura em Matemática

Neste capítulo, dividido em quatro partes, apresentamos, nas duas primeiras, a trajetória das disciplinas de análise na FFCL de Rio Claro e no IGCE da UNESP, e nas duas últimas, na FFCL da USP e no IME dessa mesma universidade. A nossa apresentação é essencialmente descritiva, ou seja, detalhamos as etapas de modificações pelas quais as disciplinas passaram evidenciando as alterações de *objetivos*, *conteúdo* e *bibliografia*. Sempre que possível e necessário, recorremos também a quadros e reproduções dos documentos analisados, sendo que parte delas estão presentes no corpo do texto e parte nos anexos, no volume dois desta dissertação.

CÁLCULO, ANÁLISE E TOPOLOGIA NA FFCL DE RIO CLARO

O curso de matemática da UNESP de Rio Claro começou a funcionar em 1959, na FFCL de Rio Claro, que foi posteriormente incorporada à UNESP em 1976 e desmembrada em dois institutos: o IGCE e o Instituto de Biociências (IB). A partir dessa data, o curso de matemática ficou sob a responsabilidade do primeiro deles. Até 1976 a única modalidade oferecida era a licenciatura; nesse ano foi criada a modalidade bacharelado e dois anos antes, a licenciatura curta. Ainda que tenhamos realizado a coleta de material para as três modalidades, a nossa análise ficou centrada na licenciatura plena, com eventuais referências pontuais às demais quando conveniente.

Entre 1959 e 1962, os licenciandos tinham três anos de *Análise Matemática*, ou seja, três disciplinas anuais consecutivas com esse nome, todas com carga horária semanal de seis horas, excetuando-se a do terceiro ano, com três. Essas disciplinas estavam sob responsabilidade da cadeira de *Análise Matemática*. Havia ainda uma disciplina de *Análise Superior* no terceiro ano do curso, sob a responsabilidade da cadeira homônima. Posteriormente os nomes das disciplinas seriam desvinculados dos nomes das cadeiras responsáveis. No Quadro 15 temos uma possível reconstrução da grade curricular do curso de matemática à época, feita através de um documento do IGCE que detalha a seqüência curricular do curso de matemática da FFCL para aquele ano (ver Figura 4).

Quadro 15: Seriação do curso de matemática da FFCL de Rio Claro em 1959

1º Ano	Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva Álgebra Moderna Física Geral e Experimental Análise Matemática	2º Ano	Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva Álgebra Moderna Física Geral e Experimental Análise Matemática Mecânica Racional
3º Ano	Geometria Superior Álgebra Moderna Física Matemática Análise Matemática Análise Superior	4º Ano	Mecânica Celeste Didática Geral Didática Especial Psicologia Educacional Optativas

A estrutura de curso apresentada era muito semelhante a do curso da PUC de Campinas, criado dezessete anos antes. Entretanto, ao contrário desse, os três cursos de *Análise Matemática* da FFCL tinham um forte apelo para o que hoje se chama de análise, enquanto que os cursos da PUC, notadamente o do primeiro ano, eram mais parecidos com os atuais cursos de cálculo. Um motivo aparente para esse tratamento analítico na FFCL era o objetivo do seu curso na época: preparar profissionais de excelente qualificação para trabalhar nas universidades brasileiras (MAURO, 1999)[106].

[106] MAURO, Si. **A História da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro e suas Contribuições para o Movimento de Educação Matemática.** 2001. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2001.

Figura 4 – Documento do IGCE que detalha o currículo pleno do curso de licenciatura em matemática da FFCL de Rio Claro em 1959.

CURRÍCULO PLENO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

ANO DE INGRESSO - 1.959

Disciplinas	Carga Horária
Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva-a-.....	173
Álgebra Moderna-a-.....	176
Física Geral e Experimental-a-.....	165
Análise Matemática-a-.....	183
Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva-a-.....	108
Álgebra Moderna-a-.....	123
Física Geral e Experimental-a-.....	165
Análise Matemática-a-.....	114
Mecânica Racional-a-.....	171
Análise Matemática-a-.....	113
Análise Superior-a-.....	167
Geometria Superior-a-.....	157
Álgebra Moderna-a-.....	113
Física Matemática-a-.....	143
Mecânica Celeste-a-.....	115
Didática Geral-a-.....	104
Didática Especial-a-.....	135
Psicologia Educacional-a-.....	123
OPTATIVAS.....	216
TOTAL CARGA HORÁRIA.....	2.764

Inês Aparecida Galetti
Chefe de Seção

Gesse Gerardi
Assistente Técnico de Direção II

A ementa da disciplina de *Análise Matemática* dada para o primeiro ano não difere muito dos cursos atuais de cálculo em uma variável e aqueles que tratam de séries e seqüências numéricas e de funções, a não ser, talvez, pela abordagem mais analítica, como dissemos anteriormente. Os conteúdos trabalhados iam de *números reais* a *integrais*

impróprias, passando por alguns pontos como: *infinitésimos e limites*, *derivada e diferencial*, *funções contínuas*, *fórmula de Taylor*, *máximos e mínimos*, *aplicações da derivada*, *integral segundo Riemann*, *integrabilidade de funções contínuas*, *continuidade uniforme* e *seqüências e séries numéricas e de funções*. Na Figura 5 temos a reprodução do programa dessa disciplina para aquele ano; 1959.

É interessante notar que existia um ponto que tratava dos *infinitésimos*, embora nos pareça que o curso não era conduzido segundo essa abordagem; centrava-se no conceito de *limite*. Em todo caso, a existência de tal ponto parece mostrar que a problemática envolvendo essas duas abordagens para o cálculo diferencial e integral era pelo menos discutida no curso, ainda que prevalecesse uma sobre a outra. Destaque também para a existência de um ponto sobre *números reais*, bem como o fato de continuidade ser vista depois de derivada; o contrário do que costuma acontecer nos programas atuais.

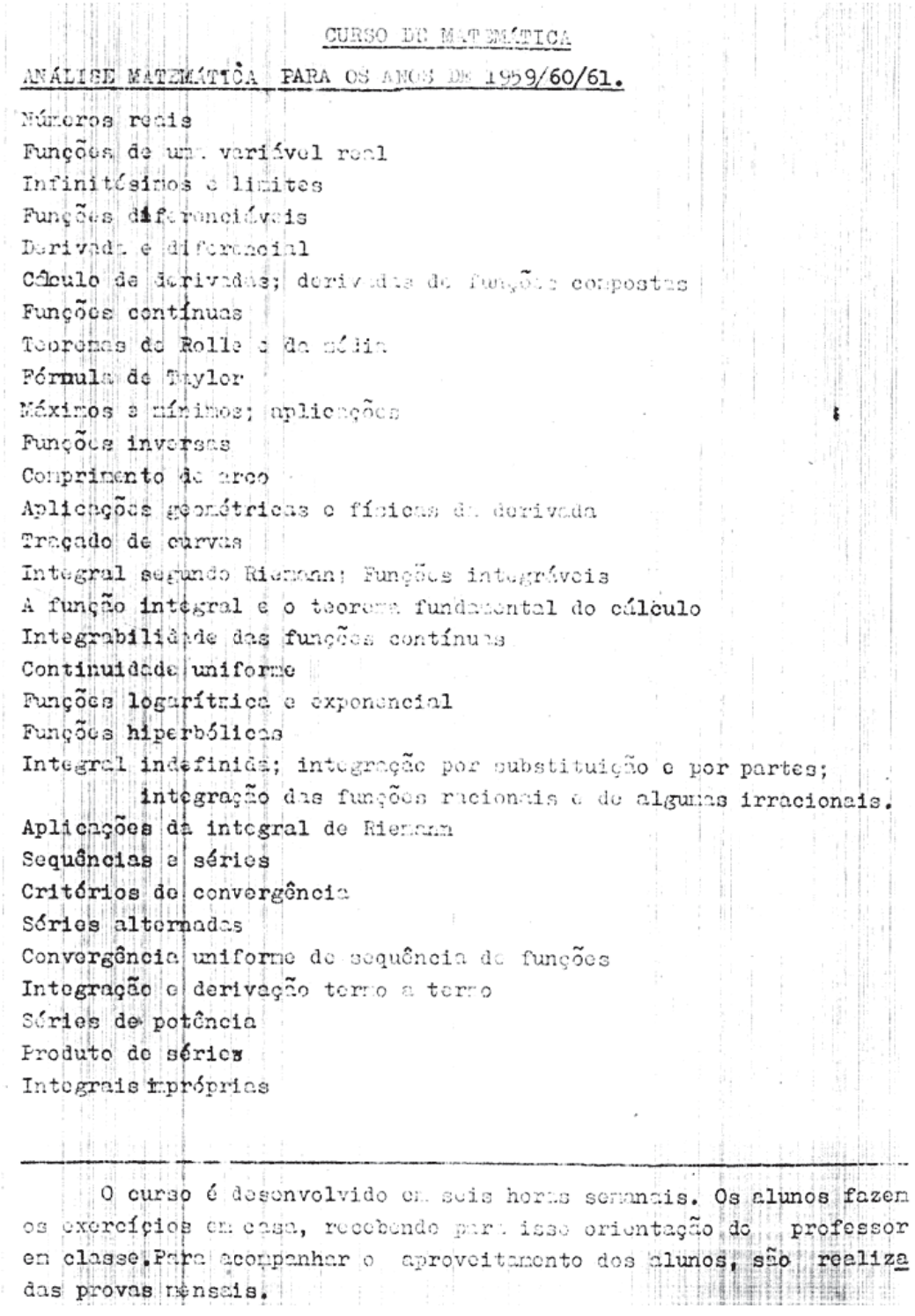
Análise Matemática dada para o segundo ano continha conteúdos que normalmente hoje são vistos em disciplinas de cálculo em várias variáveis e equações diferenciais, com uma parte introdutória de álgebra dos conjuntos e alguns pontos de espaços métricos. Não encontramos o programa oficial de tal disciplina para esse período, donde nos baseamos num diário de classe de 1962 no qual a matéria lecionada na disciplina foi anotada pelo professor (o que nem sempre ocorria). Parte desse diário está reproduzida no Anexo A.

O terceiro ano da disciplina *Análise Matemática* tratava de funções de variáveis complexas e integração (a integral de Riemann como funcional, a classe das funções integráveis segundo Lebesgue, teoremas de convergência, relações entre a integrabilidade segundo Lebesgue e Riemann, funções e conjuntos mensuráveis). Apesar de ser designada de *Análise Matemática* na grade do curso, essa disciplina, em seu programa, era chamada *Funções de Variável Complexa e Integração* (Figura 6). Essa correspondência decorre dos diários de classe do terceiro ano de *Análise Matemática* assinados pelo mesmo professor que assinou o programa. Nesses diários de classe, no campo *Matéria Lecionada*, eram feitas claras referências ao programa de *Funções de Variável Complexa e Integração*. No Anexo B é possível encontrar esses documentos que estão parcialmente reproduzidos.

Nesse período, também, os licenciandos do terceiro ano do curso contavam com uma disciplina anual de *Análise Superior*, cujos tópicos abordavam *teoria dos conjuntos*, *espaços métricos*, *topologia geral*, *noções de topologia algébrica* e *aplicações à análise*, aproximando-se bastante dos atuais cursos de espaços métricos e espaços topológicos. Não por acaso, consta em seu programa o título *Topologia.* Por ser uma disciplina de terceiro ano,

foi oferecida pela primeira vez em 1961. Encontramos pequenas diferenças entre o programa desse ano e o de 1962, sendo que neste, ao contrário daquele, há o nome do professor responsável pela disciplina, donde preferimo-lo adotar como referência. Na Figura 7 temos reproduzidos esses dois programas com as diferenças em destaque.

Figura 5 – Programa da disciplina de *Análise Matemática* para o primeiro ano do curso de licenciatura em matemática da FFCL de Rio Claro nos anos de 1959 a 1961.



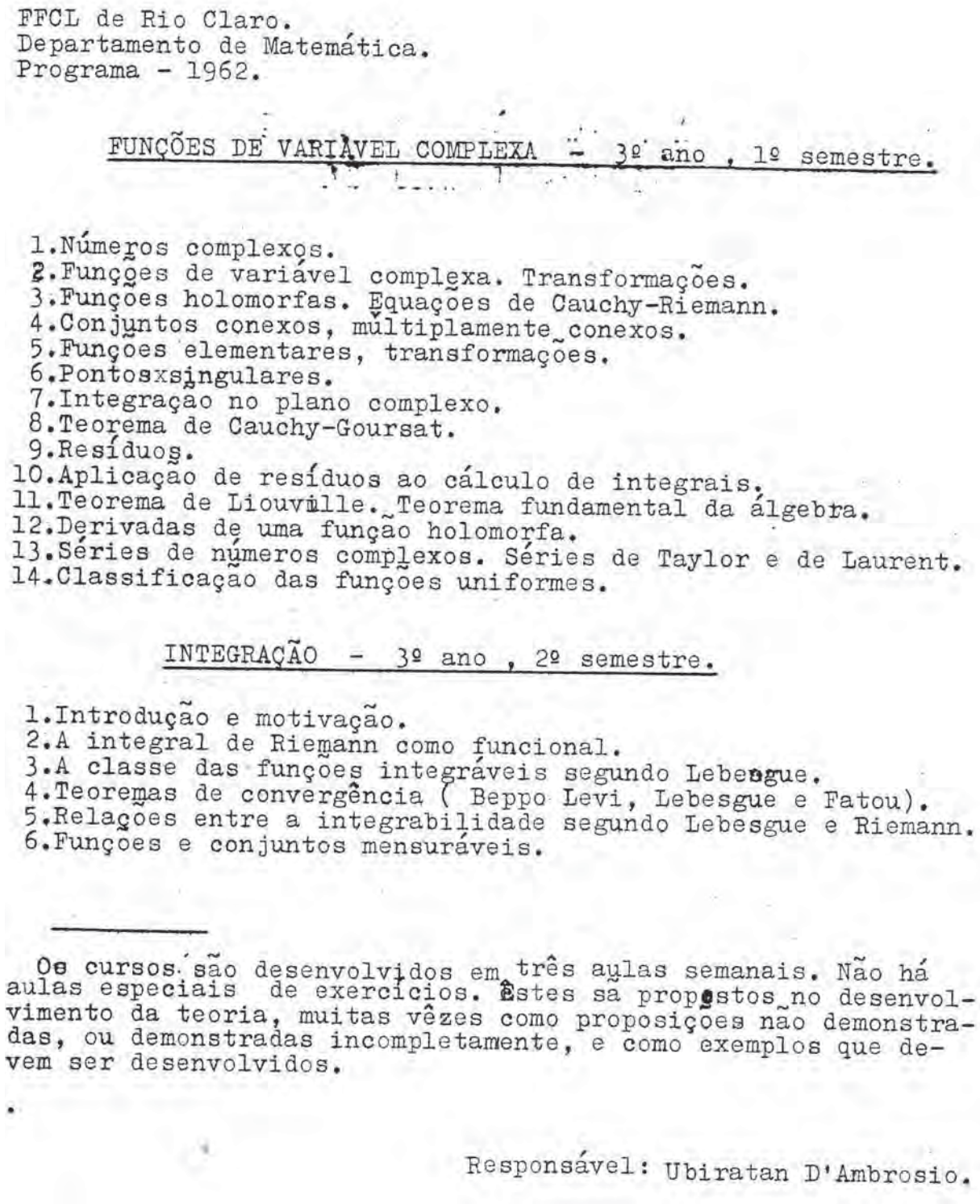
CURSO DE MATEMÁTICA

ANÁLISE MATEMÁTICA PARA OS ANOS DE 1959/60/61.

Números reais
Funções de uma variável real
Infinitésimos e limites
Funções diferenciáveis
Derivada e diferencial
Cálculo de derivadas; derivadas de funções compostas
Funções contínuas
Teoremas de Rolle e do valor médio
Fórmula de Taylor
Máximos e mínimos; aplicações
Funções inversas
Comprimento de arco
Aplicações geométricas e físicas da derivada
Traçado de curvas
Integral segundo Riemann; Funções integráveis
A função integral e o teorema fundamental do cálculo
Integrabilidade das funções contínuas
Continuidade uniforme
Funções logarítmica e exponencial
Funções hiperbólicas
Integral indefinida; integração por substituição e por partes;
integração das funções racionais e de algumas irracionais.
Aplicações da integral de Riemann
Sequências e séries
Critérios de convergência
Séries alternadas
Convergência uniforme de sequência de funções
Integração e derivação termo a termo
Séries de potência
Produto de séries
Integrais impróprias

O curso é desenvolvido em seis horas semanais. Os alunos fazem os exercícios em casa, recebendo para isso orientação do professor em classe. Para acompanhar o aproveitamento dos alunos, são realizadas provas mensais.

Figura 6 – Programa de *Funções de Variável Complexa e Integração* (Análise Matemática) do curso de matemática da FFCL de Rio Claro em 1962



FFCL de Rio Claro.
Departamento de Matemática.
Programa - 1962.

FUNÇÕES DE VARIÁVEL COMPLEXA - 3º ano , 1º semestre.

1.Números complexos.
2.Funções de variável complexa. Transformações.
3.Funções holomorfas. Equações de Cauchy-Riemann.
4.Conjuntos conexos, múltiplamente conexos.
5.Funções elementares, transformações.
6.Pontosxsingulares.
7.Integração no plano complexo.
8.Teorema de Cauchy-Goursat.
9.Resíduos.
10.Aplicação de resíduos ao cálculo de integrais.
11.Teorema de Liouville. Teorema fundamental da álgebra.
12.Derivadas de uma função holomorfa.
13.Séries de números complexos. Séries de Taylor e de Laurent.
14.Classificação das funções uniformes.

INTEGRAÇÃO - 3º ano , 2º semestre.

1.Introdução e motivação.
2.A integral de Riemann como funcional.
3.A classe das funções integráveis segundo Lebesgue.
4.Teoremas de convergência (Beppo Levi, Lebesgue e Fatou).
5.Relações entre a integrabilidade segundo Lebesgue e Riemann.
6.Funções e conjuntos mensuráveis.

Os cursos são desenvolvidos em três aulas semanais. Não há aulas especiais de exercícios. Êstes sa propostos no desenvolvimento da teoria, muitas vêzes como proposições nao demonstradas, ou demonstradas incompletamente, e como exemplos que devem ser desenvolvidos.

Responsável: Ubiratan D'Ambrosio.

A partir de 1963, os três cursos de *Análise Matemática* e o de *Análise Superior* tiveram suas denominações alteradas, salvo pequenas diferenças em alguns anos, para: *Cálculo Diferencial e Integral*, *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais*, *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada*, *Teoria dos Conjuntos e Topologia*. O Quadro 16 sintetiza

essas modificações e traz as correspondências; algumas disciplinas aparecem com as suas leves alterações de denominação de um ano para o outro. As suas ementas sofreram apenas pequenas modificações em relação às anteriores correspondentes. Em linhas gerais, esse quadro manteve-se praticamente inalterado até meados de 1972. Entretanto, achamos conveniente destacar alguns eventos que consideramos particularmente relevantes que ocorreram nesse período de dez anos.

Quadro 16 – Nomes das disciplinas de *Análise Matemática* e *Análise Superior* a partir de 1963 até 1972 na FFCL de Rio Claro*.

	Até 1962	A partir de 1963 até 1972
1º Ano	Análise Matemática	Cálculo Diferencial e Integral
2º Ano	Análise Matemática	Cálculo Avançado e Equações Diferenciais
3º Ano	Análise Matemática	Variáveis Complexas e Matemática Aplicada
		Funções de uma Variável Complexa, Equações Diferenciais a Derivadas Parciais e Matemática Aplicada
	Análise Superior	Teoria dos Conjuntos e Topologia
		Introdução à Topologia e Análise Funcional
		Topologia Geral e Teoria dos Conjuntos

* a ocorrência de nomes diferentes indica que, no período considerado, a mesma disciplina aparece com diferentes denominações.

Cálculo Diferencial e Integral apresenta rigorosamente a mesma ementa apresentada na Figura 5 até pelo menos meados de 1966, ano no qual encontramos um programa dessa disciplina assinada pelo Prof. Nelson Onuchic (Anexo C). Em 1969 a disciplina, já com algumas alterações em relação à de 1965, tratava de *números e funções*, *a derivada*, *seno e cosseno*, *o teorema da média*, *o traçado de curvas*, *funções inversas*, *exponenciais e logaritmos, integração*, *propriedades da integral*, *técnicas de integração*, *aplicações da integração*, *séries*. Nesse ano já não se observa mais nenhum ponto tratando dos *infinitésimos*; limite é introduzido depois de derivada e continuidade só é visto juntamente com pontos de integral (Anexo D).

Figura 7 – Programas da disciplina de *Análise Superior* do terceiro ano do curso de matemática da FFCL de Rio Claro nos anos de 1961 e 1962 (destaque nosso).

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO

Programa da Cadeira de ANÁLISE SUPERIOR - 1961

3º ano - TOPOLOGIA.

I. Introdução.
1. Alguns problemas de natureza topológica.
2. Noções e notações básicas da teoria dos conjuntos.
3. Continuidade nos espaços euclideanos. Noção de vizinhança.

II. Topologia Geral.
4. Espaços topológicos; topologia definida a partir de vizinhanças.
5. Espaços métricos.
6. Comparação de topologias.
7. Interior e aderência, abertos e fechados. Fronteira.
8. Outros modos de definir topologia: por abertos, fechados e fêcho.
9. Bases de uma topologia.
10. Sub-espaços topológicos.
11. Espaço produto.
12. Convergência. Espaços de Hausdorff. Espaços completos.
13. Completamento de um espaço métrico.
14. Funções contínuas. Homeomorfismos.
15. Espaços compactos.
16. Espaços conexos.
17. Introdução aos espaços funcionais. Espaço das curvas paramétricas.

III. Topologia algébrica.
18. Noções gerais sôbre a homotopia.
19. Classes de homotopia.
20. O grupo fundamental.
21. Complexos simpliciais.
22. Motivação geométrica à teoria da homologia.
23. Cadeias e ciclos.
24. Grupos de homologia.
25. Números de Betti.

O curso é desenvolvido em três aulas semanais. Não há aulas especiais de exercícios. Estes são propostos no desenvolvimento da teoria, muitas vêzes como proposições não demonstradas, ou demonstradas incompletamente, e como exemplos que devem ser desenvolvidos.

FFCL de Rio Claro.
Departamento de Matemática.
Programa - 1962.

3º ano - TOPOLOGIA.

I. Topologia Geral.
1. Noções e notações básicas da teoria dos conjuntos.
2. Espaços topológicos; topologia definida a partir de vizinhanças.
3. Espaços métricos.
4. Comparação de topologias.
5. Interior e aderência, abertos e fechados. Fronteira.
6. Outros modos de definir topologia: abertos, fechados e fêcho.
7. Bases de uma topologia.
8. Sub-espaços topológicos.
9. Espaço produto.
10. Convergência. Espaços de Hausdorff. Espaços completos.
11. Completamento de um espaço métrico.
12. Funções contínuas. Homeomorfismos.
13. Espaços compactos.
14. Espaços conexos.

II. Noções de topologia algébrica.
15. Noções gerais sôbre a homotopia.
16. Classes de homotopia. O grupo fundamental.
17. Complexos simpliciais.
18. Motivação geométrica à teoria da homologia.
19. Cadeias e ciclos. Grupos de homologia.

II. Aplicações à Análise.
20. O teorema do ponto fixo de Banach e aplicações.
21. O teorema de Baire e aplicações.
22. Introdução aos espaços funcionais.
23. O teorema de Ascoli.

O curso é desenvolvido em três aulas semanais. Não há aulas especiais de exercícios. Estes são propostos no desenvolvimento da teoria, muitas vêzes como proposições não demonstradas ou demonstradas incompletamente, e como exemplos que devem ser desenvolvidos.

Responsável: Ubiratan D'Ambrosio.

Para o ano de 1964 encontramos o primeiro programa oficial de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais*. Diferentemente do que se pode supor pelo nome da disciplina, e também considerando-se a possível ementa que resgatamos da sua precursora a partir de um diário de classe, tópicos de equações diferenciais não estão presentes. São contemplados, dentre outros, pontos de *seqüências e séries* (uma espécie de retomada e aprofundamento desses mesmos pontos vistos em *Cálculo Diferencial e Integral* com novos como *séries e seqüências de funções*), *funções de várias variáveis*, *diferenciação parcial*, *integrais múltiplas*, *integrais de linha e superfície*, *coordenadas curvilíneas ortogonais* (Anexo E). Esse programa sofre alguma alteração em 1967, que pode ser visto na Figura 8, embora, em termos gerais, contemple basicamente os mesmos pontos do anterior. Nota-se a exclusão do ponto sobre infinitésimos e limites no estudo de funções de várias variáveis.

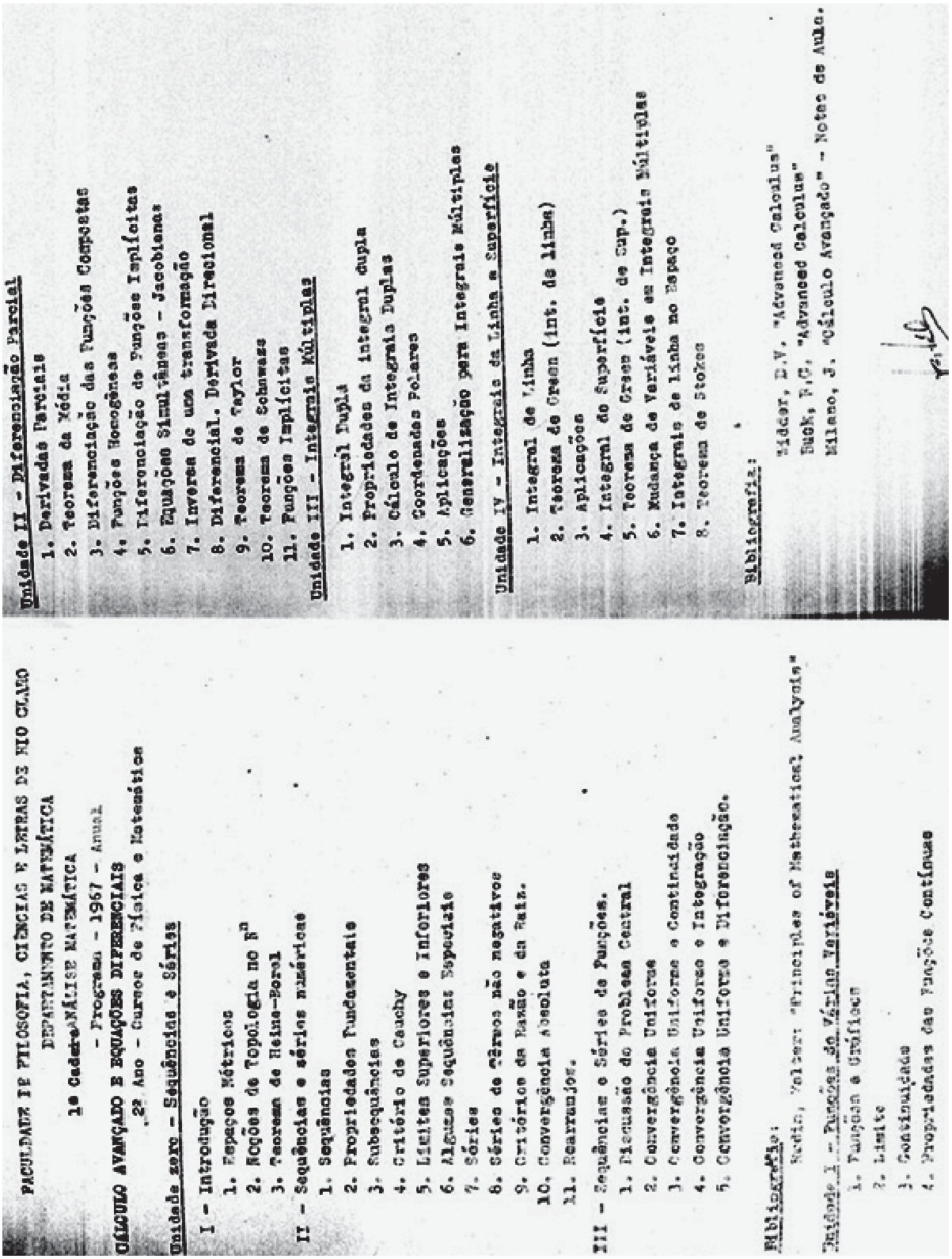
Esse programa de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais* de 1967, é o primeiro em cujo conteúdo a bibliografia é indicada (não encontramos tal informação em nenhum dos programas anteriormente citados, mesmo os de outras disciplinas). Para os tópicos introdutórios (espaços métricos, noções de topologia do R^n, teorema de Heine-Borel), seqüências e séries numéricas e de funções, o livro indicado é *Principles of Mathematical Analysis,* de Walter Rudin. Para funções de várias variáveis, diferenciação parcial, integrais múltiplas, integrais de linha e superfície, *Advanced Calculus*, de David Vernon Widder, e *Advanced Calculus* de Robert Creighton Buck. As três obras citadas são referências comuns em cursos de análise, corroborando a nossa observação anterior sobre o tratamento analítico dado aos cursos. Curiosamente esses três livros ainda podem ser vistos em programas de disciplinas atuais. Widder, por exemplo, é uma referência bibliográfica para a disciplina *Funções de Várias Variáveis* do Mestrado Profissional em Matemática Universitária da instituição cujo curso de matemática que cá apresentamos os resultados[107].

Os conteúdos de integração que antes faziam parte do programa do terceiro ano de *Análise Matemática*, que às vezes já constava com o nome de *Variável Complexa e Integração*, deixam de estar presentes na disciplina agora denominada *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada*. Nessa, estudam-se *funções analíticas* (funções de uma variável complexa, integração complexa, séries, singularidades), *equações diferenciais a derivadas parciais* e *matemática aplicada* (séries de Fourier, transformada e integral de Laplace e suas aplicações em equações diferenciais e problemas de contorno). O programa da disciplina sofre

[107] PROGRAMAS das Disciplinas do Mestrado Profissional em Matemática Universitária Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/pos/mestrado_profissional/Arquivos/2009/OUT/diciplinas.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2010.

alteração em 1965, quando os tópicos de *equações diferenciais a derivadas parciais* são retirados (ver o programa de 1964 no Anexo F e o de 1965 na Figura 9).

Figura 8 – Programa da disciplina de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro no Ano de 1967.



FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
1º Caderno ANÁLISE MATEMÁTICA
- Programa - 1967 - Anual

CÁLCULO AVANÇADO E EQUAÇÕES DIFERENCIAIS
2º Ano - Curso de Física e Matemática

Unidade zero - Sequências e Séries

I - Introdução
1. Espaços Métricos
2. Noções de Topologia no R^n
3. Teorema de Heine-Borel
II - Sequências e séries numéricas
1. Sequências
2. Propriedades Fundamentais
3. Subsequências
4. Critério de Cauchy
5. Limites Superiores e Inferiores
6. Algumas Sequências Especiais
7. Séries
8. Séries de Têrmos não negativos
9. Critérios da Razão e da Raiz.
10. Convergência Absoluta
11. Rearranjos.
III - Sequências e Séries de Funções.
1. Discussão do Problem Central
2. Convergência Uniforme
3. Convergência Uniforme e Continuidade
4. Convergência Uniforme e Integração
5. Convergência Uniforme e Diferenciação.

Bibliografia:
Rudin, Walter: "Principles of Mathematical Analysis"

Unidade I - Funções de Várias Variáveis
1. Funções e Gráficos
2. Limite
3. Continuidade
4. Propriedades das Funções Contínuas

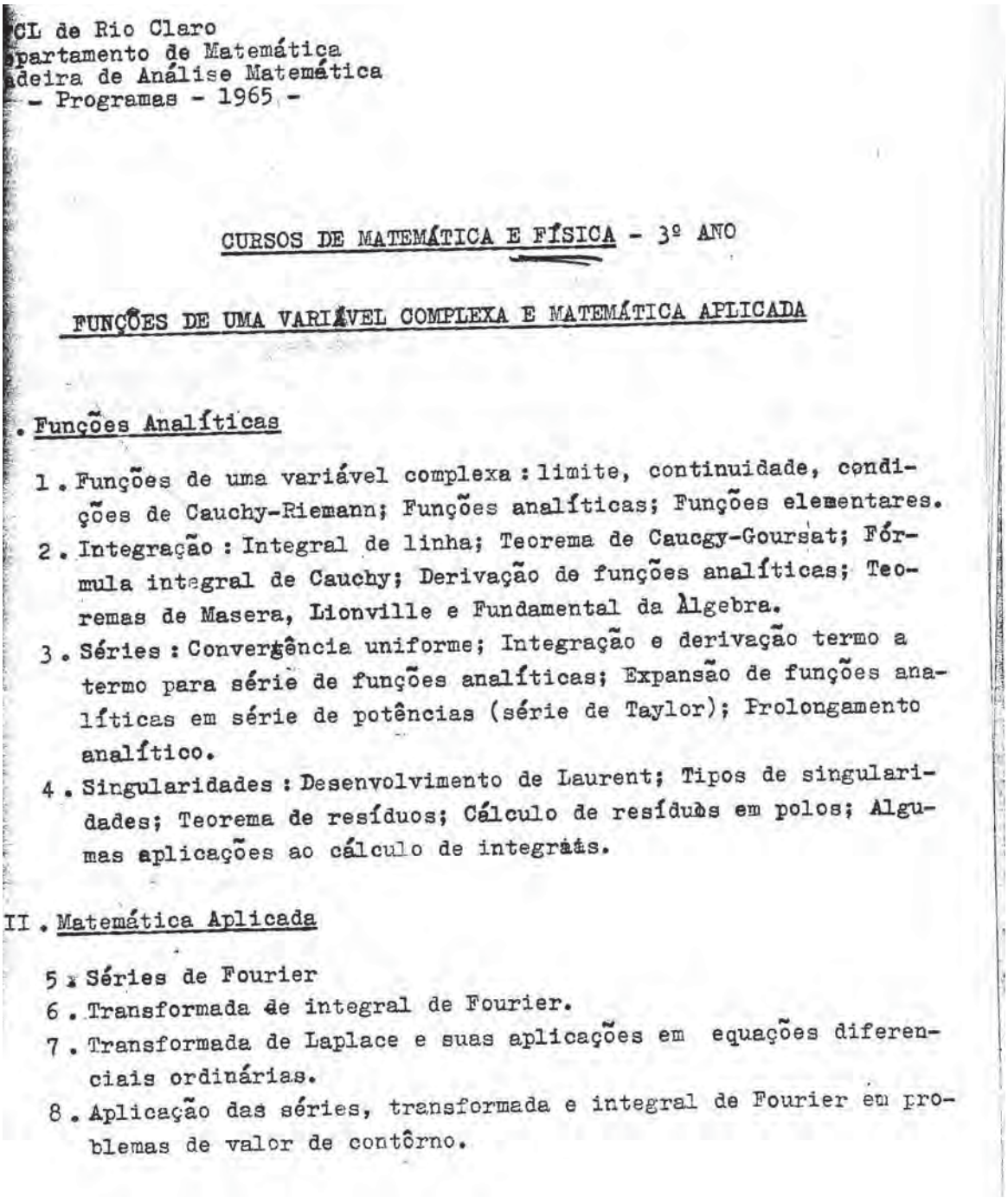
Unidade II - Diferenciação Parcial
1. Derivadas Parciais
2. Teorema da Média
3. Diferenciação das Funções Compostas
4. Funções Homogêneas
5. Diferenciação de Funções Implícitas
6. Equações Simultâneas - Jacobianos
7. Inversa de uma transformação
8. Diferencial. Derivada Direcional
9. Teorema de Taylor
10. Teorema de Schwarz
11. Funções Implícitas

Unidade III - Integrais Múltiplas
1. Integral Dupla
2. Propriedades da Integral dupla
3. Cálculo de Integrais Duplas
4. Coordenadas Polares
5. Aplicações
6. Generalização para Integrais Múltiplas

Unidade IV - Integrais de Linha e Superfície
1. Integral de Linha
2. Teorema de Green (int. de linha)
3. Aplicações
4. Integral de Superfície
5. Teorema de Green (int. de Sup.)
6. Mudança de Variável em Integrais Múltiplas
7. Integrais de Linha no Espaço
8. Teorema de Stokes

Bibliografia:
Sider, D.V. "Advanced Calculus"
Buck, R.C. "Advanced Calculus"
Milano, J. "Cálculo Avançado" - Notas de Aula.

Figura 9 – Programa da disciplina *Funções de uma Variável Complexa e Matemática Aplicada* na FFCL de Rio Claro para o Ano de 1965.



FCL de Rio Claro
Departamento de Matemática
Cadeira de Análise Matemática
- Programas - 1965 -

CURSOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA - 3º ANO

FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA E MATEMÁTICA APLICADA

I. Funções Analíticas

1. Funções de uma variável complexa: limite, continuidade, condições de Cauchy-Riemann; Funções analíticas; Funções elementares.
2. Integração: Integral de linha; Teorema de Caucgy-Goursat; Fórmula integral de Cauchy; Derivação de funções analíticas; Teoremas de Masera, Lionville e Fundamental da Álgebra.
3. Séries: Convergência uniforme; Integração e derivação termo a termo para série de funções analíticas; Expansão de funções analíticas em série de potências (série de Taylor); Prolongamento analítico.
4. Singularidades: Desenvolvimento de Laurent; Tipos de singularidades; Teorema de resíduos; Cálculo de resíduos em polos; Algumas aplicações ao cálculo de integrais.

II. Matemática Aplicada

5. Séries de Fourier
6. Transformada de integral de Fourier.
7. Transformada de Laplace e suas aplicações em equações diferenciais ordinárias.
8. Aplicação das séries, transformada e integral de Fourier em problemas de valor de contôrno.

No ano de 1963 a disciplina do terceiro ano da cadeira de Análise Superior, nesse ano chamada *de Introdução à Topologia e Análise Funcional*, trazia tópicos de *topologia geral*, *topologia algébrica*, *análise funcional* e *integral de Lebesgue* (Figura 10). Já em 1967, agora sob o nome de *Teoria dos Conjuntos e Topologia*, eram vistas *noções sobre lógica matemática*, *teoria dos conjuntos*, *topologia geral*, *topologia dos espaços métricos* e *topologia algébrica* (Anexo G). Na realidade, durante esse período, a disciplina dessa cadeira

apresentava alterações de programa ano a ano, mas, de maneira geral, podemos afirmar que topologia geral era sempre o ponto central de todos eles.

Figura 10 – Programa da disciplina de *Introdução à Topologia e Análise Funcional* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro para o ano de 1963.

FFCL de Rio Claro
Departamento de Matemática
Cadeira de Análise Superior
- Programas - 1963 -

3º Ano - INTRODUÇÃO À TOPOLOGIA E ANÁLISE FUNCIONAL

I. Topologia Geral

1. Noções e notações básicas da teoria dos conjuntos.
2. Espaços Topológicos; topologia definida a partir de vizinhança
3. Espaços métricos.
4. Interior; abertos e fechados.
5. Aderência e fronteira. Conjuntos densos.
6. Outros modos de dar uma topologia a um conjunto.
7. Bases de uma Topologia.
8. Sub-espaços topológicos.
9. Espaço produto.
10. Convergência. Espaço de Hansdorff. Espaços completos.
11. Completamento de um espaço métrico.
12. Funções contínuas. Homeomorfismos.
13. Espaços compactos.
14. Espaços conexos.

II. Noções de Topologia Algébrica.

15. Homotopia. Classes de homotopia. O Grupo fundamental.
16. Complexos simpliciais.
17. Cadeias e ciclos. Grupos de homologia.

III. Introdução à Analise Funcional.

18. Introdução aos espaços funcionais; espaço das aplicações de espaço topológico em outro.
19. O Teorema de Ascoli e aplicações.
20. Teoremas de ponto fixo e aplicações.
21. Espaços de Hilbert e Banach: primeiras noções.

IV. Integral de Lebesgue.

22. Introdução e motivação.
23. A integral de Riemann como funcional
24. A classe das funções integráveis segundo Lebesgue.
25. Teoremas de convergência (Beppo Levi, Lebesgue e Faton).
26. Relações entre a integrabilidade segundo Riemann e Lebesgue.
27. Funções e conjuntos mensuráveis.
28. Aplicações; noções sôbre probabilidades.

Os cursos são desenvolvidos em três aulas semanais, em dois seme tres. Provê-se unidades I e II no 1º semestre e III e IV no segundo Não há aulas especiais de exercícios; êstes são propostos no desen vimento da teoria, muitas vêzes como proposições não demonstradas demonstradas incompletamente, e como exemplos que devem ser desenvo vidos. Acompanha o curso um seminário semanal de 1 hora, no qual os alunos são em geral os expositores de tópicos não desenvolvidos no curso, de exemplos e de exercícios propostos.

Ressalta-se que a *Integral de Lebesgue*, que aparece em *Teoria dos Conjuntos e Topologia* de 1963, antes figurava na disciplina de *Análise Matemática* dada para o terceiro ano do curso, conforme já citamos. Já em 1967, era visto na optativa *Medida, Integração e Probabilidade* e em 1970, em *Integração*. O oferecimento dessas duas optativas, bem como *Introdução às Variedades Diferenciais* em 1964, *Espaços Métricos* em 1967 e *Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias* em 1971, mostra uma possível tendência de algoritmização das disciplinas obrigatórias de *Análise Matemática* e *Análise Superior*, já que disciplinas com um tratamento mais rigoroso passaram a ser oferecidas como optativas. Ainda falaremos mais disso. Nos Anexos H, I, J, K e L temos os diários de classe dessas disciplinas.

A partir de 1973, *Cálculo Diferencial e Integral*, *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais*, *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada*, *Teoria dos Conjuntos e Topologia* (agora, novamente denominada *Análise Superior*) foram divididas cada uma em I e II, semestrais, tendo logo no ano seguinte suas denominações novamente alteradas.

Com a modificação de que falamos no parágrafo anterior, o primeiro ano do curso passou a contar com *Cálculo Diferencial e Integral em uma Variável* e *Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis*. O segundo ano, *Cálculo Avançado* no primeiro semestre e *Equações Diferenciais* no segundo. Já o terceiro, *Variáveis Complexas* e *Matemática Aplicada*, nessa ordem, em cada um dos semestres. *Análise Superior* prossegue como *Análise Superior I* e *Análise Superior II*. O Quadro 17 torna mais clara essa modificação. Nos Anexo M e Anexo N é possível observar essas mudanças de denominação bem como os programas dessas disciplinas, cujos conteúdos nos ocupamos de comentar a seguir.

Cálculo Diferencial e Integral I tratava praticamente de todos os pontos antes vistos em *Cálculo Diferencial e Integral* de 1972, com exceção daqueles relativos a *seqüências e séries*, por exemplo. Esses, juntamente com *noções topológicas no* R^n e *diferenciação em várias variáveis* estão no programa de *Cálculo Diferencial e Integral II*. Já em 1974, com poucas alterações, *Cálculo Diferencial e Integral com Uma Variável* passa a contar em seu programa também com o estudo das *funções exponencial, logarítmica, trigonométrica* e de *equações diferenciais simples*. Entretanto, seu programa não detalha tão bem os pontos trabalhados como o da disciplina de 1973, o que pode indicar que não se via mais todos subpontos indicados anteriormente. Com uma abordagem bastante topológica, *Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis*, não mais abarca o estudo de *séries e seqüências*, estando seu programa focado no estudo das funções à guisa do seu título.

Quadro 17 – Correspondência entre algumas disciplinas do curso de matemática da FFCL de Rio Claro entre 1972 e 1975.

	1972	1973	1974 - 1975
1º Ano	Cálculo Diferencial e Integral	Cálculo Diferencial e Integral I	Cálculo Diferencial e Integral em Uma Variável
		Cálculo Diferencial e Integral II	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis
2º Ano	Cálculo Avançado e Equações Diferenciais	Cálculo Avançado e Equações Diferenciais I	Cálculo Avançado
		Cálculo Avançado e Equações Diferenciais II	Equações Diferenciais
3º Ano	Variáveis Complexas e Matemática Aplicada	Variáveis Complexas e Matemática Aplicada I	Variáveis Complexas
		Variáveis Complexas e Matemática Aplicada II	Matemática Aplicada
	Teoria dos Conjuntos e Topologia	Análise Superior I	Análise Superior: Topologia
		Análise Superior II	Análise Superior: Análise Funcional

Um ponto interessante a se destacar nessa conjuntura toda é que os conteúdos de funções de várias variáveis aos poucos deixaram de integrar o programa de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais I* (posteriormente *Cálculo Avançado*) – voltaremos a falar disso logo mais – e passaram a constar no programa de *Cálculo Diferencial e Integral II* (posteriormente *Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis*). Com isso, *Cálculo Avançado* passou a ser, de algum modo, a primeira disciplina "específica" obrigatória de análise oferecida ao curso, já que além dos conteúdos de *séries e seqüências* terem sido deslocados para ela, em seu programa constava a seguinte observação: *revisão do cálculo diferencial e integral com mais ênfase no rigor e demonstração do teorema fundamental como Bolzano-Weirstrass, Heine-Borel, termo de função inversa, funções implícitas, Teorema de Stokes geral etc.*

Com relação à bibliografia, no programa de *Cálculo Diferencial e Integral I* encontramos os nomes de Moise, Lang, Tomas, Courant, Murnaghan e Demidovich. Não há, no entanto, detalhes que permitam concluir exatamente de que obra se trata em cada um dos casos[108]. Alguns desses autores, como Lang, por exemplo, tinha, à época, tanto livros de

[108] Moise e Courant aparecem na bibliografia dessa disciplina novamente em 1979, dessa vez com o nome da obra explicitada. O livro de Moise indicado era o seu *Cálculo em um Curso Universitário* de 1968, Editora Edgard Blücher. Já o de Courant era o primeiro volume de *Cálculo Diferencial e Integral*, 1970, Editora Globo.

cálculo como de análise. Em 1974, repete-se os quatro primeiros autores e inclui-se o nome de Kaplan-Lewis. Em *Cálculo Diferencial e Integral II*, novamente, temos apenas as indicações dos nomes de Courant, Thomas, Demidovich, Buck, Rudin, Widder, Kaplan e Knopp. Os três primeiros mui possivelmente são os segundos volumes dos mesmos livros indicados em *Cálculo Diferencial e Integral I*; os três seguintes, também pela proximidade de conteúdos, devem ser aqueles da bibliografia de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais* de 1967. No caso dos dois últimos, não encontramos nenhuma informação esclarecedora. Para *Cálculo Diferencial e Integral com Várias Variáveis*, saem Demidovich e Knopp; entra Lang.

A tendência de algoritmização, assim, pode ser observada não só pelo oferecimento de disciplinas específicas de conteúdos antes vistos nas chamadas *Análises*, conforme já foi observado e observamos novamente com respeito a esse período de 1973 a 1975, mas perpassa também a bibliografia indicada nessas disciplinas: já se nota obras que até hoje costumam ser referências em cursos de cálculo.

Seguindo para o segundo ano do curso, *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais I* tratava de *jacobianos*, *integração de funções de várias variáveis*, *integrais de linha*, *integrais de superfície* e *teoremas sobre integrais de superfície*. Na bibliografia encontramos o segundo volume de Courant, bem como Kaplan, Buck, Rudin e Fleming. Como anteriormente, não há maiores detalhes sobre a que obras o programa faz referência. No segundo semestre, o programa de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais II* traz *equações diferenciais de variáveis separáveis*, *equações diferenciais exatas*, *sistemas de equações diferenciais ordinárias e lineares*, *aspectos qualitativos sobre equações diferenciais ordinárias*. Portanto, ao contrário do que ocorria anteriormente, a disciplina volta a tratar de pontos de equações diferenciais. Não há indicação da bibliografia utilizada.

Agora em 1974, *Cálculo Avançado* não mais contempla o estudo das funções de várias variáveis, e já falamos disso antes, mas sim *seqüências*, *séries*, *espaços de funções*, *conexidades* e *introdução à teoria da integração*. Apesar da substancial mudança de programa em relação à sua correspondente disciplina de 1973, *Cálculo Avançado* segue com a mesma bibliografia indicada no programa de *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais I*. Seguindo para o segundo semestre, *Equações Diferenciais* faz jus ao seu nome; é exatamente desses pontos que a disciplina trata: *famílias e curvas*, *equações diferenciais*, *teorema da existência e unicidade*, *aplicações*. Como bibliografia, Kaplan, Coddington, Ayres Jr. e

Pela proximidade de datas e coincidência de nomes, parece-nos razoável concluir que eram também esses dois livros os que estavam indicados em 1973.

Wilder. As três primeiras obras eram, possivelmente, *Cálculo Avançado*, *Theory of Ordinary Differential Equations* e *Equações Diferenciais*, respectivamente. Como antes, é citado apenas o nome do autor, para o último, nada mais sabemos.

Agora falando do terceiro ano, no programa de *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada I*, encontramos os conteúdos de *números complexos*, *funções analíticas*, *diferenciação*, *funções elementares*, *integral*, *séries de potências*, *resíduos e pólos* e *cálculo de integrais reais impróprias*. Esses três últimos pontos repetem-se *ipis literis* no programa do segundo semestre da disciplina, *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada II*, o que parece indicar que, na realidade, só eram trabalhados de fato nessa. Quanto à bibliografia, tanto *Variáveis I* quanto *Variáveis II* indicam as obras de Churchil, Chaim e Alfors. É razoável supor que se tratavam, respectivamente, de *Variáveis Complexas e suas Aplicações*, *Introdução às Funções de uma Variável Complexa* e *Complex Analysis*, uma vez que tais obras já tinham edições publicadas àquela época.

Em 1974, ainda com a mesma bibliografia de sua antecessora, *Variáveis Complexas* também contempla os mesmos pontos da disciplina de 1973. Entretanto, do mesmo modo que observamos com o par *Cálculo Diferencial e Integral I* e *Cálculo Diferencial e Integral com uma Variável*, as indicações são mais vagas, mostrando talvez que o nível de detalhamento da disciplina tenha diminuído. Por exemplo, enquanto em 1973 o programa indica no título de *números reais* os pontos de *definição e propriedades*, *representação geométrica*, *forma polar*, *produtos*, *potências*, *quocientes* e *extração de raiz*; em 1974 esse mesmo título só inclui o ponto mais geral *propriedades algébricas*. *Matemática Aplicada* também segue com a mesma bibliografia de *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada II*, seu programa, no entanto, distingue-se do anterior, passando a ser muito semelhante à segunda parte do programa de *Variáveis Complexas e Matemática Aplicada de 1965* (ver Figura 9).

Pela primeira vez, nos programas de *Análise Superior I* e *II*, encontramos os objetivos da disciplina explicitados. No caso da primeira delas, *conduzir gradativamente o aluno das noções conhecidas dos espaços euclidianos, através dos espaços métricos, às noções de topologia geral*. Para a segunda, *utilização das noções recebidas em Topologia I de modo a habilitar o aluno ao uso das principais técnicas da topologia geral*. Com relação aos conteúdos, *topologia dos espaços euclidianos*, *espaços métricos*, *espaços topológicos* e *aplicações* eram vistos em *Análise Superior I*; *axioma da separação*, *completamento dos espaços métricos*, *topologia quociente* e *topologia em espaços de funções*; em *Análise*

Superior II. Para ambas, a bibliografia indicada era *Elementos de Topologia Geral* de Elon Lajes Lima e *General Topology,* da coleção Schaum.

Finalmente, *Análise Superior: Topologia* não traz maiores novidades em relação da disciplina de 1973. Apesar de indicações mais enxutas, em linhas gerais os tópicos tratados eram os mesmos. A bibliografia, inclusive, só difere pela inclusão do livro de Simmons, possivelmente *Introduction to Topology and Modern Analysis*. Disciplina do segundo semestre, *Análise Superior: Análise Funcional*, como sugere o nome, contemplava pontos da disciplina matemática de seu subtítulo: *espaços funcionais*, *convergência e métricas*, *espaços normados e de Banach*, *espaços de Hilbert*, entre outros. Em sua bibliografia constam os nomes de Elon Lages Lima, Narici e Bachman, Chaim Hönig, Simmons, Goffmann e Pedrick. Possivelmente tratava-se, respectivamente, das seguintes obras: *Topologia dos Espaços Métricos*, *Functional Analysis*, *Análise Funcional e Aplicações*, *Introduction to Topology and Modern Analysis* e *First Course in Functional Analysis*.

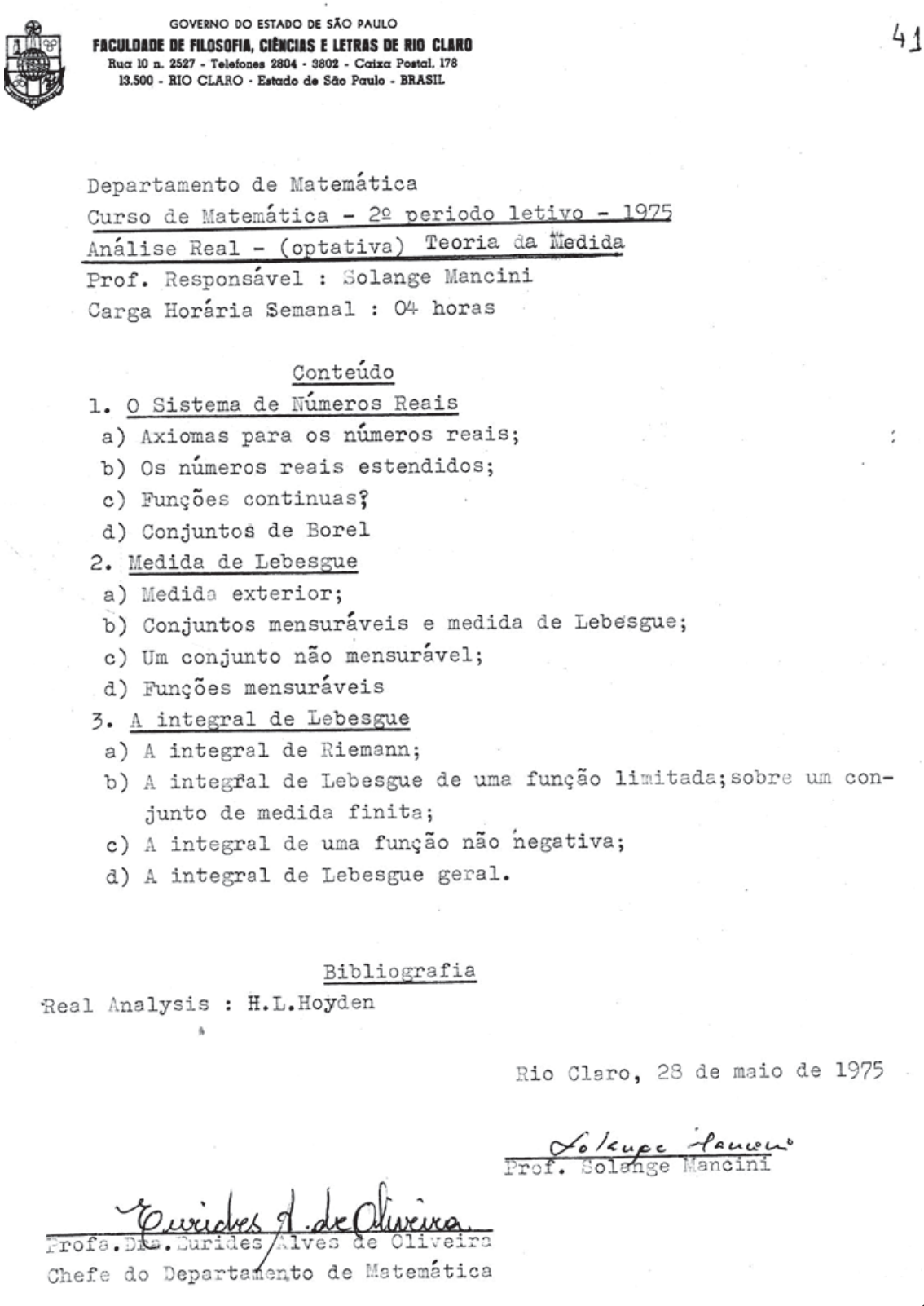
Uma vez que descrevemos o movimento que ocorreu nesse período envolvendo as disciplinas obrigatórias de nosso interesse, parece-nos relevante também comentar algumas das disciplinas optativas ofertadas nesses três anos. Novamente, os programas a que faremos referência ou estão reproduzidos ao longo do texto ou podem ser encontrados no Anexo M, se forem de 1973, ou no Anexo N, se forem de 1974.

No ano de 1973, *Análise Real*, cujos tópicos tratavam fundamentalmente da teoria da medida e integração de Lebesgue (*medida exterior*, *conjuntos mensuráveis* e *medida de Lebesgue*, *funções mensuráveis*, *integral de Riemann*, *a integral de Lebesgue de uma função limitada*, *a integral geral de Lebesgue*, *diferenciação de funções monótonas*, *funções de variação limitada*, *diferenciação de uma integral*), trazia como livro texto a obra de Halsey Royden, *Real Analysis*. Em 1975, *Análise Real* é novamente oferecida, a bibliografia se mantém, entretanto o programa sofre alguma alteração, os três pontos-chave passam a ser *o sistema dos números reais*, *medida de Lebesgue* e *a integral de Lebesgue* (Figura 11).

Ainda em 1973, foi oferecida a optativa *Análise no* R^n, que dava um tratamento aparentemente mais analítico aos conteúdos vistos em *Cálculo Diferencial e Integral com Várias Variáveis*. Nela, estudava-se *o espaço euclidiano n-dimensional*, *funções vetoriais com valores vetoriais*, *derivadas de funções vetoriais com valores vetoriais*, *máximos e mínimos relativos e os teoremas da função inversa e da função implícita*. Como referências bibliográficas são indicados *Introdução à Análise* de José de Barros Neto, *Análise no Espaço* R^n de Elon Lajes Lima, *Analysis I* de Serge Lang, *Calculus on Manifolds* de Michael Spivak

e *Differential Calculus* de Henri Cartan. Essa optativa é oferecida novamente em 1974, porém sem nenhuma alteração em seu programa.

Figura 11 – Programa da disciplina optativa *Análise Real* do curso de matemática da FFCL de Rio Claro para o ano de 1975.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal. 178
13.500 - RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

41

Departamento de Matemática
Curso de Matemática - 2º periodo letivo - 1975
Análise Real - (optativa) Teoria da Medida
Prof. Responsável : Solange Mancini
Carga Horária Semanal : 04 horas

Conteúdo

1. O Sistema de Números Reais
   a) Axiomas para os números reais;
   b) Os números reais estendidos;
   c) Funções continuas?
   d) Conjuntos de Borel
2. Medida de Lebesgue
   a) Medida exterior;
   b) Conjuntos mensuráveis e medida de Lebesgue;
   c) Um conjunto não mensurável;
   d) Funções mensuráveis
3. A integral de Lebesgue
   a) A integral de Riemann;
   b) A integral de Lebesgue de uma função limitada; sobre um conjunto de medida finita;
   c) A integral de uma função não negativa;
   d) A integral de Lebesgue geral.

Bibliografia

Real Analysis : H.L.Hoyden

Rio Claro, 28 de maio de 1975

Solange Mancini
Prof. Solange Mancini

Eurides A. de Oliveira
Profa. Dra. Eurides Alves de Oliveira
Chefe do Departamento de Matemática

Por fim, em 1974, a optativa *Tópicos de Análise* é a primeira disciplina específica de análise a trazer, de uma maneira geral, a estrutura de um tal curso nos moldes atuais. Seu programa tratava de *números reais*, *limites*, *funções deriváveis*, *integral* e *relações entre derivação e integração*. *Análise na Reta*, edição de 1973, de Djairo Figueiredo é a única referência indicada em seu programa. Não há menção alguma aos objetivos da disciplina.

A DISCIPLINA DE ANÁLISE NO IGCE DA UNESP

A partir de 1976, o curso de matemática da antiga FFCL de Rio Claro passa a funcionar no recém criado IGCE da UNESP. Nesse ano também é criada a modalidade bacharelado. Esses dois eventos acarretaram em mudanças na própria licenciatura. O movimento de algoritmização dos antigos cursos de *Análise Matemática* (posteriormente *Cálculo Diferencial e Integral*) que, num primeiro momento, acarreta na criação de disciplinas optativas que davam mais rigor aos conteúdos vistos anteriormente, agora, culminará na inserção de uma disciplina obrigatória de análise, segundo o que entendemos por análise nos dias de hoje. Esse cenário, entretanto, não se estabelece imediatamente no ano de 1976, mas um pouco depois. Em 1976, ressalta-se, o panorama geral do curso segue os mesmos moldes do que já descrevemos para os anos de 1973 e 1974.

Considerando-se, então, esse movimento claro de separação das disciplinas de análise das de cálculo, passaremos a falar, daqui por diante, apenas das específicas de análise. Reportaremos, no entanto, às disciplinas de cálculo sempre que isso for necessário e trouxer elementos importantes para a compreensão do movimento da disciplina de análise. Semelhantemente, devemos nos centrar nos programas dessa disciplina para o curso de licenciatura sem, no entanto, deixar de fazer menções ao bacharelado quando for conveniente. Isso posto, prossigamos com nossas colocações.

É em 1977 que a modificação que há pouco comentamos efetivou-se. Infelizmente não conseguimos encontrar a seqüência curricular das disciplinas para esse ano, entretanto, através do simples elenco das disciplinas, da seqüência curricular do bacharelado, que era a mesma da licenciatura até o segundo ano, bem como de outros documentos, conseguimos montar uma possível grade para o ano de 1977, que pode ser vista no Quadro 18. No Anexo O temos os documentos nos quais nos baseamos para montar essa grade do Quadro 18. Antes de nos reportarmos ao currículo de 1977, no entanto, gostaríamos de comentar alguns programas de

disciplinas de análise que surgiram até meados de 1979, quando se formou a última turma que ingressou com o currículo antigo, ou seja, o currículo que estava em vigor até 1976.

Quadro 18: Possível seriação do curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP para os ingressantes de 1977 a 1980

1º Ano	Cálculo Diferencial e Integral Álgebra Geometria Analítica Complementos de Matemática Física Geral e Experimental I Educação Física D. Geométrico e G. Descritiva I	2º Ano	Cálculo Avançado Análise Matemática Álgebra Linear Probabilidade e Estatística Teoria dos Números Cálculo Numérico Física Geral e Experimental II D. Geométrico e G. Descritiva II
3º Ano	Topologia Geometria Superior Teoria dos Conjuntos Variáveis Complexas Equações Diferenciais Didática I Didática II Psicologia Educacional I Psicologia Educacional II Fundamentos de Matemática Geometria I	4º Ano	História da Matemática Introdução à Programação Linear Psicologia Educacional III Prática de Ensino do 1º Grau Prática de Ensino do 2º Grau Geometria II EPB Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º Graus Optativa I Optativa II

Sob o nome de *Tópicos de Análise,* a optativa de 1977, oferecida para o oitavo período do curso, não guarda muitas semelhanças com a homônima de 1974. Ao contrário daquela, não cobre todo o conteúdo que habitualmente se vê em disciplinas de análise. Seus oito pontos tratam de *limites*, *continuidade*, *derivada*, *seno e cosseno*, *teorema do valor médio*, *esboço de curvas*, *funções inversas* e *expoentes e logaritmos*. O objetivo da disciplina: *desenvolver o raciocínio lógico e intuição geométrica, além de promover a aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático*. Na bibliografia, temos indicações de livros que eram referências básicas das disciplinas de *Cálculo Diferencial e Integral* e *Cálculo Avançado*, como Lang, Moise e Courant; além do livro de análise de Figueiredo. Na Figura 12 temos reproduzido o programa de tal disciplina.

Figura 12 – Programa da optativa *Tópicos de Análise*, oferecida para o curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP no ano de 1977.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2597 - Telefones 34-0804 - 34-3802 - Caixa Postal, 178
13.500 - RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

DISCIPLINA : Tópicos de Análise (Optativa)
CURSO : Matemática
DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL : Matemática e Estatística
PERÍODO E ANO LETIVO : 8º período - 1977
DOCENTE : Prof. Dr. Albrecht G. Hoppmann
CRÉDITOS : 4 (quatro) - 60 horas

I - OBJETIVOS

- Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição - geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um Matemático.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Limites.
2. Continuidade.
3. A derivada
4. Seno e co-seno
5. O Teorema do Valor Médio
6. Esboços de Curvas.
7. Funções Inversas.
8. Expoentes e Logaritmos.

III - MÉTODOS DE ENSINO UTILIZADOS

Aulas teóricas e práticas

IV - ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas teóricas e práticas

V - CARGA HORÁRIA

60 horas - aulas teóricas e práticas

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.

O aproveitamento do Curso poderá ser medido, por meio de; provas escritas, trabalhos e seminários.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2597 - Telefones 34-0804 - 34-3802 - Caixa Postal, 178
13.500 - RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

4

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Lang, S. - Cálculo
2. Moise, E.E. - Cálculo - vol I.
3. Courant, R. - Cálculo Diferencial e Integral - vol. I.
4. Figueiredo, D.A. - Análise I.

Rio Claro, 20 de junho de 1.977.

Prof. Dr. Albrecht G. Hoppman

Visto:

Prof. Dr. Irineu Bicudo
Chefe do Depto. de Matemática e Estatística

Em 1978 é oferecida a primeira disciplina obrigatória (agora de fato) específica de análise: *Análise Matemática*. Disciplina do oitavo período do curso, tratava de *integração*, *integral imprópria*, *seqüências e séries numéricas* e *séries de potências*. O seu conteúdo programático, pouco convencional por iniciar em integração, parece funcionar como uma espécie de complementação ao que era visto em *Cálculo Avançado* em 1976: *definição de Análise Matemática*, *racionais*, *limites de funções*, *definição de seqüência*, *definição de função*, *derivadas, continuidade*, *noções de integral.* Os objetivos apresentados são os mesmos de *Tópicos de Análise* de 1977 e a bibliografia só difere do dessa disciplina pela exclusão de Lang dentre as obras indicadas. O Anexo P traz o diário de classe de *Cálculo Avançado* e a Figura 13 o programa de *Análise Matemática*.

É importante lembrar que os alunos do oitavo período de 1978 ingressaram no curso em 1975, por isso cursaram *Cálculo Avançado* em 1976 e *Análise Matemática* em 1978. Desse modo, essa disciplina além de complementar os pontos vistos dois anos antes, também parece ter sido incluída de modo a aproximar o currículo antigo ao novo, onde constava uma disciplina obrigatória de análise para o segundo ano do curso.

Agora já com currículo implantado a partir de 1977, em 1978 temos a oferta de *Análise Matemática* como obrigatória na grade curricular do curso de licenciatura. Sua ementa pouco diferia da apresentada para *Tópicos de Análise* de 1974, sendo que seus objetivos eram os mesmos das duas últimas disciplinas de análise que comentamos, ou seja, não tocavam a questão da formação do professor, dizendo apenas da sua importância para a formação de um matemático. Os conteúdos trabalhados tratavam de *seqüências e séries numéricas*, *funções reais*, *derivação*, *integração* e *seqüência e séries de funções*. Novamente o livro de Figueiredo aparece como referência principal, e, pela primeira vez, são referências também o livro *Curso de Análise* de Elon Lajes Lima, e *Princípios de Análise Matemática* de Walter Rudin, *Analise I* de Serge Lang e *The Elements of Real Analysis* de Robert Bartle.

No Anexo O, de que já falamos, temos não só os documentos que usamos para compor o Quadro 18, mas também o programa da disciplina descrita no parágrafo anterior e outras que serão comentadas a seguir. Na realidade, no Anexo O temos parte de um documento publicado em novembro de 1983 onde se encontram os currículos dos cursos de matemática do IGCE da UNESP entre 1977 e 1983.

Figura 13 – Programa da disciplina *Análise Matemática* do curso de matemática do IGCE da UNESP para o ano de 1978.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "Julio de Mesquita Filho"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro

DISCIPLINA : Análise Matemática
CURSO : Licenciatura Plena em Matemática (1975)
DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL : Matemática e Estatística
PERÍODO E ANO LETIVO : 8º período - 2º semestre de 1978
DOCENTE : Prof. João Ivo Bertolo
CRÉDITOS : 04 horas semanais - 60 horas

I - OBJETIVO

- Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um Matemático.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Integração : integral indefinida e integral definida. Técnicas de integração. Propriedades. Teorema Fundamental do cálculo. Teorema da média para o cálculo Integral e mudança de variáveis.
2. Integração imprópria
3. Sequências e séries numéricas
   3.1 - Sequência : definição, convergencia, subsequência monotona, limitada, teorema Bolzano Weirstrass.
   3.2 - Séries : definição, convergencia, critérios de convergencia.
4. Séries de potências - Fórmula de Taylor - Série de Taylor

III - MÉTODOS UTILIZADOS

O Curso será desenvolvido através de:
1) Aulas teóricas
2) Aulas práticas
3) trabalho extra-sla por meio de listas de exercícios.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "Julio de Mesquita Filho"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro

IV - ATIVIDADES DISCENTES

1) Frequência às aulas teóricas
2) Desenvolvimento das listas de exercícios propostas.

V - CARGA HORÁRIA

60 (sessenta) horas

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O aproveitamento no curso poderá ser medido, por meio de provas escritas.

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Moise, E.E. - Cálculo - vol. I
2. Courant, R. - Cálculo Diferencial e Integral - vol. I
3. Figueiredo, D.A. - Análise I

Rio Claro, agosto de 1978.

Prof. João Ivo Bertolo

Visto:

Profa. Dra. Eurides Alves de Oliveira
Sub Chefe do Depto. de Matemática e Estatística no exercício da Chefia.

Em 1981 há uma nova alteração no currículo do curso de licenciatura em matemática. A partir de então *Análise Matemática* passa a ser denominada *Análise Real*. O programa da disciplina, no entanto, é o mesmo de 1978. Ainda nesse período, é interessante destacar, sobre

a modalidade bacharelado, as disciplinas *Análise no* R^n, *Introdução à Análise Funcional* e *Tópicos de Análise Matemática* que traziam vários dos pontos antes tratados nas disciplinas de *Análise Matemática* e *Análise Superior* da FFCL; mais um ponto a favor da nossa hipótese de que naqueles cursos o tratamento dado era essencialmente analítico (Anexo O).

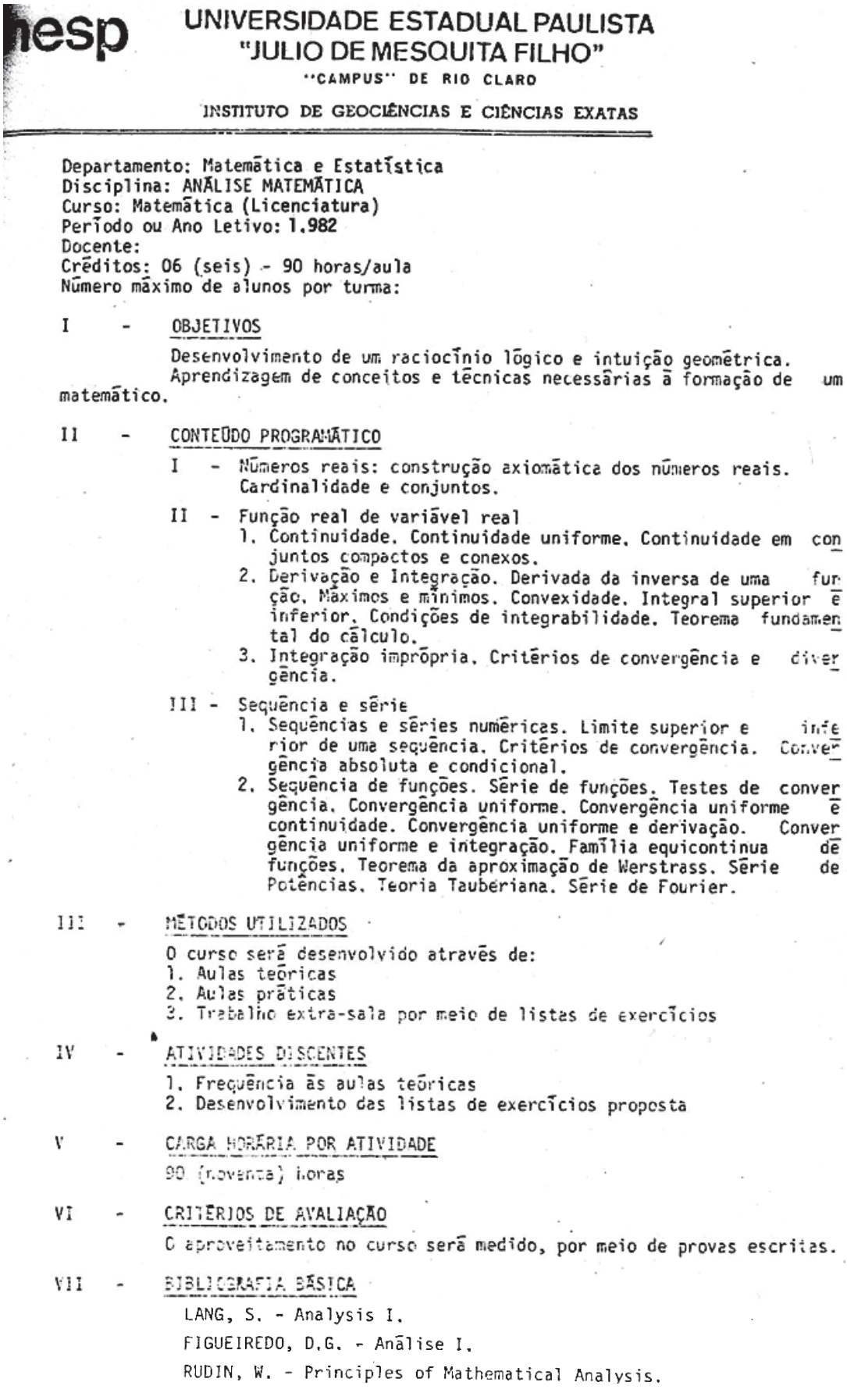
Apesar do currículo de 1981 indicar validade até 1984, encontramos em 1982 um programa de uma disciplina de análise que diferia daquele de *Análise Real*. Novamente sob o nome de *Análise Matemática*, o ponto fundamental a se destacar nessa disciplina é a inserção de um primeiro item com a *construção axiomática dos números reais*. Além disso, os tópicos de *seqüências e séries numéricas* ao invés de serem vistos no início da disciplina, constam no fim dela, juntamente com *séries e seqüências de funções*. Em termos de bibliografia, a única diferença é a exclusão do livro de Elon Lajes Lima (Figura 14).

A diferença apontada no parágrafo anterior não remete a uma tendência, visto que os programas que se seguiram tornaram a denominar a disciplina de análise de *Análise Real* e mais que isso, conteúdos, objetivos e ementa seguiram o panorama já apresentado para 1978 e que se repetiu até pelo menos 1984, conforme pode ser visto na Figura 15.

Assim, podemos colocar que a partir de 1978 a disciplina permanece cristalizada até 1993, sendo a única modificação nesse período a alteração de seu nome, em 1982 (referente ao currículo de 1981), para *Análise Real*; objetivos, conteúdos e bibliografia não se alteram nem mesmo minimamente. No Anexo Q apresentamos o programa da disciplina *Análise Real* para o ano de 1993.

Semelhantemente ao que relatamos sobre 1982, encontramos, em pastas de 1989/1990, programas de disciplina de análise, soltos, sem data, que não coincidiam com os demais encontrados para o mesmo período. O primeiro deles, de *Análise Matemática*, idêntico ao homônimo de 1982, não trouxe maiores novidades. O outro, *Análise Real*, que, pelo nome, parece indicar ser posterior a 1982, é muito semelhante ao de *Análise Matemática*, o destaque que damos é alteração nos objetivos. Embora ainda não seja feita nenhuma menção à questão da formação do professor, nesse programa, ao menos, os objetivos *desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica* e *aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático*, presentes *ipis literis* há vários anos no programa do curso, foram alterados. Aqui, frisa-se a retomada do cálculo diferencial e integral através de uma apresentação de seus conceitos de uma maneira clara e rigorosa. No anexo R temos reproduzidos alguns desses programas soltos de data indeterminada.

Figura 14 – Programa da disciplina *Análise Matemática* para o curso de licenciatura em matemática do IGCE/UNESP para o ano de 1982.



UNESP
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
"CAMPUS" DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Departamento: Matemática e Estatística
Disciplina: ANÁLISE MATEMÁTICA
Curso: Matemática (Licenciatura)
Período ou Ano Letivo: 1.982
Docente:
Créditos: 06 (seis) - 90 horas/aula
Número máximo de alunos por turma:

I - OBJETIVOS

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

I - Números reais: construção axiomática dos números reais. Cardinalidade e conjuntos.

II - Função real de variável real
1. Continuidade. Continuidade uniforme. Continuidade em conjuntos compactos e conexos.
2. Derivação e Integração. Derivada da inversa de uma função. Máximos e mínimos. Convexidade. Integral superior e inferior. Condições de integrabilidade. Teorema fundamental do cálculo.
3. Integração imprópria. Critérios de convergência e divergência.

III - Sequência e série
1. Sequências e séries numéricas. Limite superior e inferior de uma sequência. Critérios de convergência. Convergência absoluta e condicional.
2. Sequência de funções. Série de funções. Testes de convergência. Convergência uniforme. Convergência uniforme e continuidade. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Família equicontinua de funções. Teorema da aproximação de Werstrass. Série de Potências. Teoria Tauberiana. Série de Fourier.

III - MÉTODOS UTILIZADOS

O curso será desenvolvido através de:
1. Aulas teóricas
2. Aulas práticas
3. Trabalho extra-sala por meio de listas de exercícios

IV - ATIVIDADES DISCENTES

1. Frequência às aulas teóricas
2. Desenvolvimento das listas de exercícios proposta

V - CARGA HORÁRIA POR ATIVIDADE

90 (noventa) horas

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O aproveitamento no curso será medido, por meio de provas escritas.

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

LANG, S. - Analysis I.
FIGUEIREDO, D.G. - Análise I.
RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis.

Figura 15 – Programa da disciplina *Análise Real* do curso de licenciatura em matemática do IGCE/UNESP para o ano de 1984.

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"CAMPUS" DE RIO CLARO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Departamento: Matemática e Estatística
Disciplina: ANÁLISE REAL
Curso: Licenciatura e Bacharelado em Matemática
Período ou Ano Letivo: 1984
Docente:
Créditos: 06 (seis) - 90 horas/aula
Número máximo de alunos por turma:

I - OBJETIVOS

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Sequências e Séries Numéricas
   Sequência convergente, limitada e monótona. Sequência de Cauchy. Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de convergência. Séries absolutamente convergentes. Séries condicionalmente convergentes.

2. Funções Reais.
   Funções Limites. Continuidade. Continuidade uniforme.

3. Derivação.
   Derivada. Derivada das funções inversa e composta. Fórmula de Taylor. Série de Potência. Série de Taylor. Funções trigonométricas através de séries de potências.

4. Integração.
   Integral superior e integral inferior. Integral. Função integrável. A integral como limite. Condição necessária e suficiente de integrabilidade. Relação entre derivação e integração.

5. Sequências e Séries de funções.
   Sequência de funções. Série de funções. Convergência uniforme. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Função contínua sem derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

III - MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV - ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios)

V - CARGA HORÁRIA POR ATIVIDADE

90 horas/aula

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalhos (exercícios)

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

Livro texto: Figueiredo, D.G. - Análise I (L.T.C.)

Bibliografia complementar:

1. Lima, E.L. - Curso de Análise - Vol. 1
2. Rudin, W. - Princípios de Análise Matemática
3. Lang, S. - Análise I.
4. Bartle, R.G. - The Elements of Real Analysis.

Em 1994 e 1995, a disciplina de *Análise Real* sofre apenas uma alteração em seu programa, com relação ao da disciplina homônima de 1981 já comentada: a inclusão do livro *Introdução à Análise Matemática*. A edição de 1993 desse livro de Geraldo Ávila passa, assim, a constar como livro-texto da disciplina juntamente com *Análise I* de Djairo, que já constava antes. As bibliografias complementares não foram alteradas. No Anexo S temos a reprodução do programa de 1994, que é idêntico ao de 1993.

Em 1996, *Análise Real*, que contava com seis aulas semanais, desmembra-se em *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II*, cada qual com quatro. O conteúdo da primeira delas falava de *números reais*, *seqüências de números reais*, *séries numéricas*, *limites de funções*, *funções contínuas*, *derivadas* e *fórmulas de Taylor e Aplicações*. Na segunda, *integral de Riemann, integração e derivação* e *seqüências e séries de funções*. Nos objetivos de ambas, novamente, não são tocadas questões de formação de professores, neles fala-se apenas de um refinamento das idéias introduzidas nos cálculos. Com relação à bibliografia, em *Análise Matemática I*, prosseguem os livros de Lima, Bartle, Rudin, Figueiredo e Ávila. O livro de Lang deixa de constar das referências, ao passo que são incluídos os *Análise Real* de Elon Lages Lima e *Introduction to Classical Real Analysis* de Karl Stromberg. Em *Análise Matemática II*, a bibliografia é a mesma, exceção apenas para o livro de Ávila.

A separação de *Análise Real* em *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II* na licenciatura foi acompanhada da separação de *Análise no* R^n do bacharelado em *Análise Matemática III* e *Análise Matemática IV*. Assim como antes *Análise Real* era comum às duas modalidades, agora *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II* prosseguem comuns, ao passo que *Análise Matemática III* e *Análise Matemática IV* são exclusivas do bacharelado. Para efeito ilustrativo, *Análise Matemática III* pode ser caracterizada pelos seguintes pontos: *espaço euclidiano*, *aplicações contínuas*, *caminhos*, *funções reais de várias variáveis*, *aplicações diferenciáveis* e *integral curvilínea*. Já *Análise Matemática IV*: *integrais múltiplas*, *formas diferenciais*, *a integral de superfície* e *teorema de Stokes*. Nos Anexos T e U há uma reprodução dos programas dessas quatro disciplinas de análise para o ano de 1996 e no Anexo V há a proposta de equivalência curricular entre a estrutura antiga e a nova.

Essas duas disciplinas de análise, as da licenciatura, com exatamente os mesmos programas, a não ser apenas pela inclusão do tópico *integração de séries de potências* em 1998, *são* as que figuram até os dias de hoje na grade curricular do curso de Licenciatura em matemática em questão. No Anexo W apresentamos os programas de *Análise Matemática I* e

Análise Matemática II atualmente em vigor na licenciatura em matemática do IGCE e no Quadro 19 temos a seriação da licenciatura em matemática atualmente em vigor.

Quadro 19 – Seriação do curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP em 2010[109].

	1º Semestre	**2º Semestre**
1º Ano	Cálculo Diferencial e Integral I Geometria Analítica Aritmética e Álgebra Elementares Geometria Elementar	Cálculo Diferencial e Integral I Aritmética e Álgebra Elementares Introdução à Álgebra Linear Física Geral I Introdução à Ciência da Computação Geometria Euclidiana I
2º Ano	Cálculo Diferencial e Integral II Geometria Euclidiana II Filosofia da Educação: Questões da Educação Matemática Estruturas Algébricas Física Geral II	Cálculo Diferencial e Integral II Estruturas Algébricas Desenho Geométrico e Geometria Descritiva Física Geral III Cálculo Numérico Laboratório de Ensino de Física
3º Ano	Análise Matemática I Didática Psicologia da Educação Física Geral IV Teoria dos Números Fundamentos da Matemática Elementar Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I	Didática Psicologia da Educação Fundamentos da Matemática Elementar Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I Análise Matemática II Funções de Variável Complexa
4º Ano	Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II Política Educacional Brasileira Optativa I Probabilidade e Estatística	Estágio de Ensino e Estágio Supervisionado II História da Matemática Probabilidade e Estatística Matemática Elementar do Ponto de Vista Axiomático Optativa II

[109] ESTRUTURA Curricular do Curso de Graduação em Matemática. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/disciplinas.htm>. Acesso em: 09 nov. 2010.

ANÁLISE MATEMÁTICA NA FFCL DA USP

O curso de matemática da FFCL da USP começou a funcionar ainda em 1934, data da fundação dessa faculdade. Em seus primeiros anos, a chamada licença era dada pelo Instituto de Educação ao bacharel formado pela FFCL. Posteriormente esse instituto foi incorporado à FFCL como uma de suas sessões (SILVA, 2000)[110]. Em qualquer dos casos, o futuro professor deveria cumprir três anos de disciplinas específicas e um quarto ano de pedagógicas (exatamente como surge o chamado modelo "3+1"). O ensino era organizado em seções (e, eventualmente sub-seções) e cadeiras. O curso de matemática estava subordinado à sub-seção de *Ciências Matemáticas* da seção de *Ciências* que contava com três cadeiras: *Geometria (Projetiva e Analítica) e História da Matemática*, *Análise Matemática* e *Mecânica Racional Precedida de Cálculo Vetorial*. Os nomes das disciplinas, muitas vezes, coincidiam com os nomes das cadeiras responsáveis (ver Quadro 20).

Quadro 20: Seriação do curso de matemática da FFCL da USP no ano de 1934.

1º Ano	Geometria (Analítica e Projetiva) Análise Matemática (1ª Parte) Física Geral e Experimental (1ª Parte) Cálculo Vetorial
2º Ano	Análise Matemática (2ª Parte) Mecânica Racional Física Geral e Experimental (2ª Parte)
3º Ano	Análise Matemática (3ª Parte) Geometria Superior História da Matemática

Conforme nos apontam os trabalhos de Silva (2006)[111] e Lima (2006)[112], as disciplinas de *Análise Matemática* eram, de fato, análise. Ou seja, embora possa haver uma certa

[110] SILVA, C. M. S.. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP e a Formação de Professores de Matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23., 2000, Caxambu. **Anais... .** Caxambu: ANPED, 2000. p. 1 - 19.

[111] SILVA, L. R. R.. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo**. 2006. 233f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2006.

[112] LIMA, E. B.. **Dos Infinitésimos aos Limites**: A Contribuição de Omar Catunda para a Modernização da Análise Matemática no Brasil. 2006, 145f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA, Salvador, 2006.

indistinção entre o que seja cálculo e o que seja análise, o tratamento rigoroso dado aos conteúdos, visto através das notas de aula utilizadas à época, apontavam para essa direção.

Análise Matemática do primeiro ano desenvolvia por meio de seus cinqüenta e cinco pontos os conteúdos básicos do cálculo diferencial e integral em uma e várias variáveis e alguns pontos de variáveis complexas, equações diferenciais e álgebra linear. Entretanto, o tratamento dado era rigoroso, aproximando-se do que hoje entendemos por análise (SILVA, 2006). Destacamos a abordagem topológica utilizada para tratar dos números reais e o estudo dos infinitésimos contemplado num dos seus pontos.

Os programas de *Análise Matemática* para o segundo e terceiro anos eram mais abertos. O do segundo indicava quatro pontos principais: *noções sobre a teoria das funções analíticas*, *complementos sobre equações diferenciais*, *elementos de teoria dos números*, *noções sobre teoria dos grupos de substituições e das equações algébricas segundo Galois*. O do terceiro, dado em caráter monográfico, ainda mais vago, dizia que o conteúdo era variável, sendo estabelecido em cada ano.

Para esse ano, não encontramos indicação alguma sobre a bibliografia ou sobre os objetivos dos cursos. No Anexo X temos reproduzido uma parte do Guia da FFCL da USP do ano de 1935, onde é possível encontrar a grade do curso e os programas das disciplinas. Esses eram os mesmos de 1934, conforme é possível comprovar pelo anuário daquele ano[113] (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2009)[114].

Conforme relatado em Silva (2006), no ano de 1936, o primeiro ano de *Análise Matemática* segue com o mesmo programa de 1934 e 1935. Já em 1937, a disciplina mantém essa proposta geral, porém dedica mais pontos a conceitos topológicos, aplicações do cálculo e regras operacionais. São os principais pontos destacados em seu programa: *teoria dos conjuntos lineares*, *funções e teoria dos limites*, *teoria das derivadas das funções de uma variável e suas aplicações*, *integral das funções de uma variável*, *teoria das funções de mais variáveis*, *integral das funções de mais variáveis*, *aplicações geométricas do cálculo diferencial e integral* e *equações diferenciais*. Para o segundo ano, em 1936, passam a ser recomendados pontos de *teoria dos grupos de substituições e das equações algébricas* e *teoria das funções analíticas*. Já em 1937, *funções analíticas* e *funções elípticas*. O terceiro ano de *Análise Matemática* prossegue como curso monográfico, entretanto em 1936 e 1937 é

[113] Essa é uma reimpressão *fac-simile* do primeiro anuário da Faculdade de FFCL da USP (1934-1935) confeccionada em ocasião da comemoração dos 75 anos da FFLCH.

[114] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário 1934-1935 FFLCH/USP**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: FFLCH/USP, 2009.

indicado um ponto central, respectivamente, *teoria dos funcionais analíticos*[115] e *cálculo diferencial absoluto e elemento da teoria da relatividade*.

Em 1942, *Análise Matemática* passa a ser ministrada apenas para o primeiro e segundo anos, o terceiro conta com *Análise Superior*, sob responsabilidade de outra cadeira. O programa do primeiro ano fica mais enxuto, os conteúdos de *números complexos*, *integrais múltiplas* e parte do conteúdo de *séries* passam a figurar na disciplina do segundo ano, agora bem delimitada, juntamente com *funções analíticas* e *complementos sobre polinômios e funções algébricas* (ver Figura 16). *Análise Superior* tratava de geometria diferencial e equações diferenciais, dando continuidade a parte inicial vista nos dois primeiros anos de *Análise Matemática* (ver Figura 17).

Na década de cinqüenta encontramos algumas disciplinas sendo ministradas para o quarto ano do curso, sugerindo assim, a ampliação da duração do mesmo em um ano. Em 1951, por exemplo, havia *Análise Matemática* nos três primeiros anos, e *Análise Superior* no terceiro e quarto anos. Seguimos descrevendo os programas dessas cinco disciplinas em 1951, que podem ser consultados no Anexo Y. Como no caso dos anos anteriores, não há indicações dos objetivos ou bibliografia dessas disciplinas.

O primeiro ano de *Análise Matemática* não diferia muito do de 1942. Na parte introdutória eram vistos pontos como *extremos e pontos de acumulação*, *limites e continuidade*, *derivadas e diferenciais*, *infinitésimos*, *integral de Riemann*, *integrais impróprias*. Além desses, faziam parte do programa conteúdos de *funções de mais de uma variável* (*limites e continuidade*, *derivadas parciais*, *integrais duplas e múltiplas*), *aplicações geométricas do cálculo diferencial* (*pontos singulares das curvas planas*, *curvas reversas*, *classificação de pontos regulares de uma superfície*) e *equações diferenciais* (*tipos elementares e equações lineares de coeficientes constantes*).

No segundo ano trabalhava-se com os conteúdos de *integrais duplas e múltiplas*, bem como os de *equações diferenciais*, antes dados em *Análise Superior*. Por outro lado, *teoria das funções analíticas* passa para o terceiro, que, inclusive, trabalha apenas com esse ponto; *polinômios e funções algébricas* é retirado. Há um tópico inicial de revisão de conceitos, que inclui *números reais*, *limites*, *continuidade* e *séries*, sugerindo uma retomada com mais rigor desses conteúdos dados para o primeiro ano e, ao nosso ver, o início do processo de algoritmização dos cursos de análise e especialização de seu ensino.

[115] A essa época, Luigi Fantappiè era o docente da disciplina. Essa teoria foi justamente sobre a qual Fantappiè desenvolveu a maior parte de seus trabalhos (SILVA, 2006; LIMA, 2006).

Figura 16 – Parte do Guia da FFCL da USP de 1943 que detalha os programas das disciplinas de *Análise Matemática* para o curso de matemática.

ANÁLISE MATEMÁTICA

Prof. Omar Catunda.
1.º assistente Edison Farah.

A cadeira de Análise Matemática funciona nas 1.ªs e 2.ªs séries dos cursos de Matemática e Física, sendo as aulas realizadas em conjunto para cada série, três vezes por semana, durante uma hora. Alem das aulas teóricas ha Exercícios de Análise duas vezes por semana, durante duas horas, separadamente para as 1.ªs e 2.ªs séries.

PROGRAMA

1.ª série

Análise matemática

FUNÇÕES DE UMA VARIAVEL

— Números reais (recordação).
— Conceito geral de conjunto; conjuntos lineares.
— Extremos de um conjunto.
— Pontos de acumulação. Classificação dos conjuntos lineares.
— Conceito geral de função. Extremos das funções.
— Teoria dos limites.
— Funções contínuas. Continuidade uniforme.
— Derivadas.
— Infinitésimos e infinitos; diferenciais.
— Teoremas gerais sobre as derivadas.
— Regras de l'Hospital.
— Raizes, máximos e mínimos das funções de uma variável.
— Contacto das curvas planas.
— Fórmulas de Taylor e MacLaurin.

— Formas lineares; diferenciais exatas.
— Retificação das curvas planas e reversas.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

— Conceito geral e teorema de existência (enunciado) para as equações diferenciais.
— Vários tipos de equações diferenciais de 1.ª ordem.
— Equações de ordem superior.
— Equações lineares gerais; equações lineares de coeficientes constantes.

2.ª série

INTEGRAIS MÚLTIPLAS

— Integrais duplas; definições e cálculo.
— Fórmula de Green; mudança de variáveis.
— Integrais múltiplas.
— Cálculo dos volumes.
— Área de uma superfície.

SÉRIES

— Números complexos (recordação). Funções e limites no campo complexo.
— Conceitos gerais e recordação dos critérios de convergência das séries.
— Convergência absoluta; teoremas de Riemann-Dini e de Dirichlet.
— Soma e produtos de séries.
— Produtos infinitos.
— Séries duplas e múltiplas.
— Séries de funções; convergência uniforme e total; teorema do limite.
— Integração e derivação por séries.

FUNÇÕES DE MAIS VARIAVEIS

— Conceito de espaço dez dimensões. Conjunto de pontos
— Pontos de acumulação. Região e domínio.
— Conceito geral de função de mais de uma variavel. Limites, continuidade e teoremas relativos.
— Derivadas e diferenciais das funções de mais variaveis.
— Derivação das funções compostas.
— Funções homogêneas.
— Fórmula de Taylor para as funções de mais variaveis.
— Funções implícitas. Jacobiano. Dependência funcional.

APLICAÇÕES DO CÁLCULO DIFERENCIAL

— Tangentes, normais, círculo osculador das curvas planas.
— Pontos singulares das curvas planas.
— Máximos e mínimos das funções de mais variáveis.

INTEGRAIS SIMPLES

— Definição e propriedades das integrais definidas.
— Envoltórias das curvas planas.
— Normal e plano tangente a uma superfície.
— Assíntotas das curvas planas.
— Funções integraveis.
— Teorema da média; derivada de uma integral em relação ao extremo superior; funções primitivas.
— Regras de integração.

SÉRIES

— Integrais improprias.
— Integração das funções racionais e de outras classes de funções.
— Integração aproximada.
— Integrais curvilíneas.
— Integrais dependentes de um parâmetro.

— Séries de potências; círculo de convergência; teorema de Cauchy — Hadamard; série derivada.
— Transcendentes elementares; fórmula de Euler.

FUNÇÕES ANALÍTICAS

— Definição de função monógena segundo Cauchy e segundo Riemann. Representação conforme.
— Integrais no campo complexo. Teorema de Cauchy.
— Fórmula integral de Cauchy.
— Séries de Taylor e de Laurent.
— Esfera complexa. Regiões e domínios sobre a esfera.
— Prolongamento analítico. Função analítica no sentido de Weierstrass. Superfície de Riemann.
— Zeros, polos e pontos singulares isolados essenciais.
— Funções transcendentes inteiras e funções meromorfas. Teorema de Mittag — Leffler.
— Resíduos. Aplicações. Indicador logaritmico de Cauchy. Função inversa.
— Função analítica de mais variáveis. Estenção da fórmula de Cauchy.
— Prolongamento analítico. Função analítica no sentido restrito.
— Funções implícitas.

COMPLEMENTOS SOBRE POLINÔMIOS E FUNÇÕES ALGÉBRICAS

— Propriedades dos polinômios de uma variável: divisibilidade; campo de racionalidade.
— Teorema fundamental da algebra e consequências.
— Funções simétricas das raizes.
— Resultante de dois polinômios de uma variável.
— Raizes múltiplas; discriminante.
— Propriedades dos polinômios de mais variáveis.
— Eliminação; teorema de Bézout.
— Funções algébricas; superfícies de Riemann de uma função algébrica.

Figura 17 – Parte do Guia da FFCL da USP de 1943 que detalha o programa da disciplina de *Análise Superior* para o curso de matemática.

— 92 —

11 — Derivadas e diferenciais das funções vetoriais de um parâmetro. Teoremas gerais.
12 — Derivadas sucessivas. Fórmulas de Taylor e MacLaurin.
13 — Funções vetoriais de duas variaveis. Limites e continuidade. Derivadas parciais. Diferencial total. Fórmulas de Taylor e MacLaurin.
14 — Estudo vetorial das curvas. Tangente. Normal. Plano normal, osculador e retificante. Curvatura e torsão. Fórmulas de Frenet.
15 — Estudo vetorial das superfícies. Coordenadas curvilíneas. Formas quadráticas fundamentais.

III — FUNÇÕES DE PONTO. OPERADORES DIFERENCIAIS.

16 — Função escalar e vetorial do ponto.
17 — Gradiente de uma função escalar de ponto. Propriedades.
18 — Divergentes de uma função vetorial de ponto. Propriedades.
19 — Rotacional de uma função vetorial de ponto. Propriedades.
20 — Teoremas do gradiente, divergente e rotacional.
21 — Teorema de Stokes. Vetores solenoidais.
22 — Aplicações diversas da teoria das funções de ponto à mecânica e à física.

ANÁLISE SUPERIOR

Prof. Candido L. da Silva Dias.

A disciplina de Análise Superior funciona, unicamente, na 3.ª série do curso de Matemática. Para esta disciplina são reservadas quatro horas semanais,

— 94 —

10 — Equações paramétricas de uma superfície. Transformação de coordenadas. Cálculo tensorial.
11 — Geometria intrínseca de uma superfície. Elementos fundamentais. Símbolos de Christofel para uma superfície. O tensor curvatura de Riemann. Curvatura de Gauss. Parâmetros diferenciais. Superfícies isométricas. Geodésicas. Curvatura geodésica. Paralelismo de vetores.
12 — Superfícies no espaço. A segunda forma fundamental. Equação de Gauss e equações de Codazzi. Linhas de curvatura. Direções conjugadas. Curvatura geodésica e torsão geodésica de uma curva. Vetores paralelos numa superfície. Curvatura de Gauss de uma superfície. Complementos.

— 93 —

PROGRAMA

3.ª serie

I Parte — **Equações Diferenciais**

1 — Equações diferenciais ordinárias. Interpretação geométrica. Conceito de solução. Casos particulares em que se pode integrar elementarmente. Teoria do factor integrante.
2 — A mais geral equação do tipo $y^1 = f(x,y)$. Condição Lipochitz. Teorema de existência de Picard. Teorema de existência de Peano. Prolongamento das soluções. Integral máxima e integral mínima segundo Perron. Dependência da integral do segundo membro da equação e das condições iniciais. Teorema de unicidade de Nagumo.
3 — Equação diferencial implícita de 1.ª ordem. Elemento linear regular e singular. Curva discriminante e integral singular. Aplicações.
4 — Sistema de equações diferenciais ordinárias de 1.ª ordem. Interpretação geométrica. Solução. Teorema de existência de Picard e de Peano. Prolongamento das curvas integrais. Teorema de unicidade. Dependência das integrais do segundo membro das equações e das condições iniciais. Funções características. Diferenciabilidade das funções características. Sistemas com coeficientes constantes.
5 — Sobre o andamento das curvas integrais. Significado das equações diferenciais. Características. Pontos regulares e singulares.
6 — Equação diferencial de ordem n. Equação linear.
7 — Equação de derivadas parciais de 1.ª ordem. Equação linear.
8 — Equações de derivadas parciais de 2.ª ordem. Classes especiais de equações.

II Parte — **Geometria Diferencial**

9 — Parte clássica; curvas no espaço. Notação tensorial. Fórmulas de Frenet. Equações intrínsecas. Involutas e evolutas. Superfície tangente e polar. Superfícies desenvolviveis.

Análise Superior, no seu terceiro ano, trabalha com *teoria dos conjuntos* (*conjuntos de elementos quaisquer*, *funções*, *família de conjuntos*, *relações de equivalência sobre um conjunto*, *conjuntos ordenados*, *potências de conjuntos*, *conjuntos bem ordenados*) e *topologia geral* (*espaços topológicos*, *funções contínuas*, *espaços métricos e metrizáveis*, *filtros e ultra-filtros*, *produtos de uma família qualquer de espaços topológicos*, *espaço quociente*, *compacidade nos espaços topológicos em geral*, *espaços conexos*) e no quarto, com *espaços de Hilbert* (*espaços vetoriais e complexos com uma norma, espaços vetoriais e*

complexos com produto escalar, espaços de Banach, espaços de Hilbert, transformações lineares e operadores lineares, aplicações às equações integrais).

Em 1953 os programas de *Análise Matemática* e *Análise Superior* permanecem inalterados. Entretanto, nesse ano, o programa de *Análise Matemática* trouxe um quarto ano para a disciplina, onde são indicados, curiosamente, pontos de geometria elementar: *comprimento de uma circunferência*, *teorema de Euler e conseqüências*, *extensão ao espaço de n dimensões*, *teoremas isoperimétricos*, *poliedros equivalentes*, *elementos de geometrias não-euclidianas*. O programa de *Análise Matemática* pode ser visto na Figura 18. Não reproduzimos o de *Análise Superior* por ser o mesmo de 1951 (ver novamente o Anexo Y).

Embora não tenha havido modificações profundas no conjunto das disciplinas analisadas, em 1959, algumas mudanças aconteceram, as principais serão destacadas a seguir.

A única alteração em *Análise Matemática* do primeiro ano foi a inclusão de novos pontos de *aplicações geométricas do cálculo diferencial*. Talvez porque nesse ano, pelo menos, o programa dessa disciplina era o mesmo para os cursos de matemática e de física. Os conteúdos de *equações diferenciais* trabalhados anteriormente na segunda parte de *Análise Matemática* passam para a terceira, que continua a tratar também da *teoria das funções analíticas*. Ainda sobre a segunda parte de *Análise Matemática*, pontos de *sucessões e séries* passam a estar presentes em seu programa, além disso, são incluídos alguns novos pontos em seu item *revisão dos conceitos fundamentais* como *integral de Riemann*, *integrabilidade*, *Teorema Fundamental do Cálculo Integral*. O quarto ano da disciplina deixa de ser oferecido.

Em linhas gerais, os pontos de *teoria dos conjuntos* e *topologia geral* permanecem inalterados em *Análise* Superior dada ao terceiro ano. No que diz respeito ao quarto, essa deixa de tratar de *espaços de Hilbert*, passando a trabalhar com teoria da integração (*medidas e medidas exteriores, integração*, *os espaços* L^p, *integral no produto cartesiano*, *medidas nos espaços topológicos*). No Anexo Z há os programas dos dois anos de *Análise Superior* bem como os dos três de *Análise Matemática* dos quais nos ocupamos no parágrafo anterior.

Cabe observar ainda que encontramos programas datilografados das disciplinas de *Análise Matemática* e *Análise Superior* para o ano de 1956. Há alguma alteração com relação aos anteriores de 1953 e os posteriores de 1959. Entretanto, assim como as modificações de 1959 foram pouco expressivas com relação as de 1953, também essas de 1956 foram apenas pontuais. No Anexo Z temos reproduzidos esses programas datilografados de *Análise Matemática* e *Análise Superior* para o ano de 1956, que são comentados a seguir.

Figura 18 – Programa das disciplinas de *Análise Matemática* do curso de matemática da FFCL da USP para o ano de 1953.

— 28 —

CADEIRA DE ANÁLISE MATEMÁTICA (VIII)

Professor: — Omar Catunda (catedrático).

Assistente: — Elza Furtado Gomide.

*

1.º ano

INTRODUÇÃO

1. — Conjuntos de pontos sôbre uma reta. Extremos (postulado de existência) e pontos de acumulação. Teorema de Bolzano.
2. — Funções de uma variável real. Limites e continuidade.
3. — Estudo das funções elementares. Gráficos.
4. — Derivadas e diferenciais. Infinitésimos; ordem infinitesimal.
5. — Teorema de Rolle. Teorema de valor médio e teorema de Cauchy.
6. — Regras de l'Hospital.
7. — Cálculo de ordens infinitesimais. Máximos e mínimos. Contacto de curvas planas. Sentido da concavidade. Círculo osculador.
8. — Fórmulas de Taylor e de MacLaurin.
9. — Funções primitivas. Regras de integração.
10. — Integração das funções racionais e de outras classes de funções.
11. — Integral de Riemann. Integrabilidade dos funções contínuas e das funções monótonas. Área de uma região plana. Teorema da média.
12. — Integrais impróprias.
13. — Arco de uma curva plana.

— 29 —

3. — Extremo superior de um conjunto.
4. — Conjuntos lineares em geral. Classificação. Teorema de Borel-Lebesgue.
   Conceito geral de função. Gráfico. Teorema de Weirstrass.
5. — Continuidade uniforme. Teorema de Heine.
6. — Limites. Critério de convergência de Cauchy. Limite máximo, limite mínimo e oscilação.
7. — Revisão do estudo das funções de mais de uma variável.
8. — Sucessões e séries numéricas. Séries de números complexos. Séries duplas. Produtos infinitos.
9. — Séries de funções. Integração e derivação por série. Séries de potências. Noções sôbre as séries trigonométricas.

II — INTEGRAIS DUPLAS E MÚLTIPLAS

10. — Definição de integral dupla segundo Riemann. Fórmulas de cálculo.
11. — Extensão ao espaço de *n* dimensões. Mudança de variáveis.
12. — Área de uma superfície. Integral de superfície.
13. — Teorema de Gauss e de Stokes. Aplicações a campos vectoriais particulares.
14. — Fórmula de Green no plano e no espaço. Funções harmônicas.
15. — Problema de Dirichlet. Fórmula de Poisson.
16. — Potências newtonianos de linhas e superfícies. Potencial de camada dupla.
17. — Potencial de volume. Equação de Poisson.

III — EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

18. — Teorema de existência para sistemas de equações diferenciais ordinárias. Método de Picard.
20. — Demonstração do teorema de existência de uma equação de primeira ordem, pelo método de Cauchy-Lipschitz.
21. — Equações lineares. Propriedades gerais. Equações de Euler.
22. — Equações de derivadas parciais de primeira ordem, lineares e homogêneas. Equações lineares não homogêneas.

FUNÇÕES DE MAIS DE UMA VARIÁVEL

14. — Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio.
15. — Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.
16. — Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciáveis.
17. — Derivação das funções compostas.
18. — Funções homogêneas.
19. — Fórmula de Taylor para funções de mais de uma variável.
20. — Máximos e mínimos.
21. — Funções implícitas. Jacobiano. Dependência funcional.
22. — Integrais curvilíneas.
23. — Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes, momentos de inércia.
24. — Derivação de uma integral dependente de um parâmetro.
25. — Formas lineares. Diferenciais exatas.

APLICAÇÕES GEOMÉTRICAS DO CÁLCULO DIFERENCIAL

26. — Pontos singulares das curvas planas. Assintotas.
27. — Envoltórias.
28. — Curvatura. Evolutas e evolventes.
29. — Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torsão.
30. — Classificação dos pontos regulares de uma superfície. Curvatura das curvas situadas em uma superfície.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

31. — Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
32. — Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

*

2.º ano

I — REVISÃO DE CONCEITOS FUNDAMENTAIS

1. — Noções gerais sôbre a teoria dos conjuntos.
2. — Teoria dos números reais. Correspondência com os pontos de uma reta.

— 30 —

23. — Sistemas lineares. Sistemas de equações de diferenciais totais.
24. — Equações de derivadas parciais de primeira ordem não lineares. Métodos de Charpit-Lagrange e de Cauchy.

*

3.º ano

TEORIA DAS FUNÇÕES ANALÍTICAS

1. — Função analítica, segundo Weirstrass, Cauchy e Riemann.
2. — Cálculo de integrais por meio de resíduos.
3. — Prolongamento analítico. Funções algébricas e suas integrais.
4. — Construção de funções analíticas. Teoremas de Mittag, Leffler e Weierstrass.
5. — Função gama e outras funções especiais.
6. — Função analítica de mais de uma variável.
7. — Teorema de existência de equações diferenciais no campo complexo.

*

4.º ano

COMPLEMENTOS DE GEOMETRIA ELEMENTAR

1. — Comprimento de uma circunferência. Cálculo de pi.
2. — Teorema de Euler e conseqüências. Poliedros estrelados.
3. — Extensão ao espaço de *n* dimensões.
4. — Teoremas isoperimétricos. Círculo e esfera.
5. — Poliedros eqüivalentes. Teorema de Dehn.
6. — Elementos de Geometria não euclideana.

Com relação ao programa de 1953, *Análise Matemática* deixa de tratar dos pontos de *aplicações geométricas do cálculo diferencial* no primeiro ano; no segundo, dá maior atenção aos pontos de *seqüências e séries* e no terceiro não há modificações que mereçam ser explicitadas. Já em 1959, não se encontra a disciplina sendo dada para o quarto ano. Com relação a *Análise Superior*, assim como relatamos para 1959, também no programa de 1956 as maiores alterações em relação ao de 1953 ficaram centradas no quarto ano da disciplina. De fato, os pontos tratados em 1956 giravam em torno de *teoria da medida e integração* e *cálculo de probabilidades* (probabilidade finita, probabilidade geométrica, probabilidade em termos da noção de medida, probabilidade condicional).

Esse movimento dos conteúdos nas disciplinas de análise, sobretudo na do segundo ano e sobretudo no seu item *revisão dos conceitos fundamentais*, parece ser o primórdio do que viria a acontecer nos anos seguintes: a separação do cálculo da análise. De fato, o guia de 1966 da FFCL (Seção de Ciências Físicas e Matemáticas) anuncia que, com a aposentadoria do Prof. Catunda, a cadeira de *Análise Matemática* é dividida em *Cálculo Infinitesimal* e *Equações Diferenciais* (Ver Anexo BB). Conforme nos diz Silva (2006), essa divisão já apontava o fim das cátedras que viria a ocorrer alguns anos mais tarde e o início da especialização do ensino de análise na FFCL. Antes de detalhar mais esse importante evento, comentaremos modificações de programas que aconteceram ainda na década de sessenta.

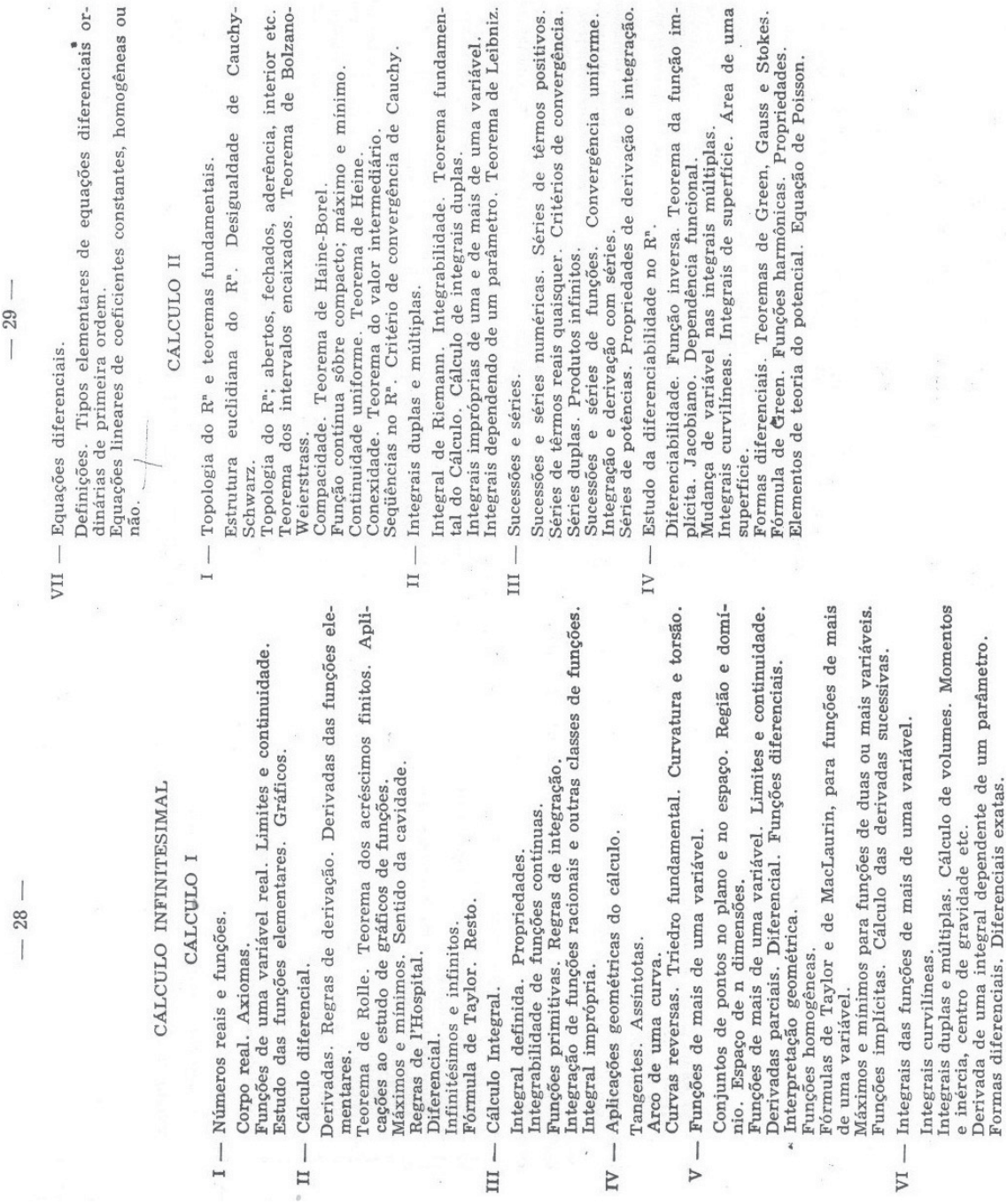
Análise Matemática permanece com o mesmo programa de 1959 até 1964. Em 1965, embora não haja ainda alterações em sua ementa, passa a ser chamada *Cálculo Infinitesimal*. Nesse ano não encontramos nenhuma disciplina denominada *Equações Diferenciais*; na realidade, a mudança apontada pelo Guia de 1966 como ocorrida em 1963 parece ter se efetivado apenas alguns anos mais tarde, conforme ainda esmiuçaremos (ver Anexo CC).

Se em 1965 a única alteração ocorrida foi a mudança no nome da disciplina, já em 1966, passou por uma considerável reestruturação. Nesse ano, *Cálculo Infinitesimal* conta com duas partes, *Cálculo I* e *Cálculo II*. A primeira delas trabalhava essencialmente com os mesmos pontos antes vistos no primeiro ano de *Análise Matemática*; e a segunda, com *topologia do* R^n, *sucessões e séries*, bem como aprofundamentos de pontos da primeira parte, como *integrais duplas e múltiplas* e *estudo da diferenciabilidade no* R^n. Não encontramos um programa de *Cálculo Infinitesimal* para o terceiro ano do curso (Figura 19).

Análise Superior não sofre grandes modificações até 1968, apenas uma diminuição em seu programa em 1964. Vemos nesse ano a retirada de pontos da parte de *teoria dos conjuntos* (*equipotência entre conjuntos*), de *topologia* geral (filtros *e ultra-filtros*, *produto de uma*

família qualquer de espaços topológicos) e de *teoria da integração*, todos os pontos da parte de *medida nos espaços topológicos* (Figura 20).

Figura 19 – Programa de *Cálculo Infinitesimal* para o curso de matemática da FFCL da USP no ano de 1966.



— 28 —

CÁLCULO INFINITESIMAL

CÁLCULO I

I — Números reais e funções.
Corpo real. Axiomas.
Funções de uma variável real. Limites e continuidade.
Estudo das funções elementares. Gráficos.

II — Cálculo diferencial.
Derivadas. Regras de derivação. Derivadas das funções elementares.
Teorema de Rolle. Teorema dos acréscimos finitos. Aplicações ao estudo de gráficos de funções.
Máximos e mínimos. Sentido da cavidade.
Regras de l'Hospital.
Diferencial.
Infinitésimos e infinitos.
Fórmula de Taylor. Resto.

III — Cálculo Integral.
Integral definida. Propriedades.
Integrabilidade de funções contínuas.
Funções primitivas. Regras de integração.
Integração de funções racionais e outras classes de funções.
Integral imprópria.

IV — Aplicações geométricas do cálculo.
Tangentes. Assíntotas.
Arco de uma curva.
Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torsão.

V — Funções de mais de uma variável.
Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio. Espaço de n dimensões.
Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.
Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciais.
Interpretação geométrica.
Funções homogêneas.
Fórmulas de Taylor e de MacLaurin, para funções de mais de uma variável.
Máximos e mínimos para funções de duas ou mais variáveis.
Funções implícitas. Cálculo das derivadas sucessivas.

VI — Integrais das funções de mais de uma variável.
Integrais curvilíneas.
Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes. Momentos e inércia, centro de gravidade etc.
Derivada de uma integral dependente de um parâmetro.
Formas diferenciais. Diferenciais exatas.

— 29 —

VII — Equações diferenciais.
Definições. Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

CÁLCULO II

I — Topologia do R^n e teoremas fundamentais.
Estrutura euclidiana do R^n. Desigualdade de Cauchy-Schwarz.
Topologia do R^n; abertos, fechados, aderência, interior etc.
Teorema dos intervalos encaixados. Teorema de Bolzano-Weierstrass.
Compacidade. Teorema de Haine-Borel.
Função contínua sôbre compacto; máximo e mínimo.
Continuidade uniforme. Teorema de Heine.
Conexidade. Teorema do valor intermediário.
Seqüências no R^n. Critério de convergência de Cauchy.

II — Integrais duplas e múltiplas.
Integral de Riemann. Integrabilidade. Teorema fundamental do Cálculo. Cálculo de integrais duplas.
Integrais impróprias de uma e de mais de uma variável.
Integrais dependendo de um parâmetro. Teorema de Leibniz.

III — Sucessões e séries.
Sucessões e séries numéricas. Séries de têrmos positivos.
Séries de têrmos reais quaisquer. Critérios de convergência.
Séries duplas. Produtos infinitos.
Sucessões e séries de funções. Convergência uniforme.
Integração e derivação com séries.
Séries de potências. Propriedades de derivação e integração.

IV — Estudo da diferenciabilidade no R^n.
Diferenciabilidade. Função inversa. Teorema da função implícita. Jacobiano. Dependência funcional.
Mudança de variável nas integrais múltiplas.
Integrais curvilíneas. Integrais de superfície. Área de uma superfície.
Formas diferenciais. Teoremas de Green, Gauss e Stokes.
Fórmula de Green. Funções harmônicas. Propriedades.
Elementos de teoria do potencial. Equação de Poisson.

A grade curricular do curso sofre considerável transformação em 1968, passando a compreender no tocante das nossas disciplinas de interesse: *Cálculo Infinitesimal*, *Equações Diferenciais*, *Funções Analíticas*, *Cálculo Avançado* e *Análise Superior*. A divisão de que fala o guia de 1966, assim, concretiza-se. No Anexo DD trazemos os programas aprovados pela

FFCL no ano de 1968, onde, em particular, constam os dessas disciplinas, que serão comentados a seguir. No Quadro 21 há uma reconstrução da possível grade curricular do curso para 1968. Para elaborá-la nos baseamos nos programas das disciplinas disponíveis para 1968 (Anexo DD) e na grade indicada para 1966 no guia daquele ano (Anexo BB).

Figura 20 – Programa de *Análise Superior* para o curso de matemática da FFCL da USP em 1964.

ANALISE SUPERIOR
(Cadeira LI)

Professor Catedrático: Dr. Edison Farah
Professor Assistente: Chaim Samuel Hönig
Instrutor: Lic. Alésio João De Caroli

Programas para 1964

3.º Ano

Teoria dos conjuntos e Topologia Geral

1a. parte — **Teoria dos conjuntos**

Conjuntos Abstratos. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Relações e Funções. Imagens de um conjunto por uma função. Funções compostas e funções biunívocas. Equipotência; teorema de Benrstein-Cantor. Conjuntos finitos e infinitos; o principio de indução finita; conjuntos enumeráveis. Familias de elementos quaisquer; seqüências.

Familias de conjuntos. Produto cartesiano de uma familia finita; projeções. Reunião, intersecção e produto cartesiano de uma familia qualquer. O Axioma da Escolha. Associatividade do produto cartesiano.

Relações de equivalência. Classes de equivalência, conjunto quociente e sistemas de representantes. Relação de equivalência induzida. Produto e quociente de relações de equivalência.

Conjuntos ordenados. Relação de ordem sôbre um conjunto. Elementos extremais de uma parte de um conjunto ordenado. Noções sôbre reticulados. Conjunto ordenado indutivo; teorema de Zorn. Aplicações do Teorema de Zorn.

Conjuntos bem ordenados. Teoremas de Cantor e de Zermelo. O principio de indução transfinita.

Números transfinitos. Números ordinais e cardinais transfinitos; operações e comparação.

2a. parte — **Topologia Geral**

Espaços topológicos. Conjuntos abertos e conjuntos fechados. Vizinhanças. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Sub-espaços. Axiomas de separação. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Bases de abertos. Axiomas de enumerabilidade. Produto finito de espaços topológicos.

Funções contínuas e homeomorfismos. Caracterização das funções contínuas por meio das imagens recíprocas dos conjuntos abertos. Continuidade relativa a um sub-espaço. Homeomorfismo entre dois espaços topológicos. Limites. Prolongamento por continuidade de uma função que toma valores num espaço regular.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Funções contínuas nos espaços compactos. Teorema de Tychnoff sôbre o produto de espaços compactos. Espaços localmente compactos. Compatificação de um espaço localmente compacto; teorema de Alexandroff.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Espaços localmente conexos.

Espaço quociente. Relações de equivalências abertas e fechadas. Separação de um espaço quociente.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Seqüências de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços métricos de caráter enumerável; sub-espaços. Produto finito de espaços metrizáveis. Estrutura uniforme de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; completação. Compacidade nos espaços metrizáveis.

— 9 —

4.º Ano

TEORIA DA INTEGRAÇÃO

1a. parte — **Medidas e medidas exteriores.**

1. Anéis e tribos sôbre um conjunto. Classes monotônicas.
2. **Medida sôbre um anel.** Conjunto mensurável relativamente a uma medida exterior; teorema de Hahn-Kolmogoroff.
3. Medidas de Borel e de Lebesgue no R^n.
4. **Funções mensuráveis.** Seqüências de funções mensuráveis: convergência pontual e convergência em medida.

2a. parte — **Integração**

1. **Integral de uma função mensurável.** Linearidade da integral e aditividade relativamente ao campo de integração.
2. **Seqüências de funções integráveis.** Teoremas sôbre convergência.
3. Integral de Lebesgue. Diferenciação e integração. Integração por partes.

3a. parte — **Integral no produto cartesiano**

1. Produto de anéis e de tribos. Produto de medidas.
2. Integral no produto cartesiano. Teorema de Fubini.

4a. parte — **Os espaços L^p**

1. Noções sôbre os espaços de Banach e de Hilbert.
2. Desigualdades de Hölder e Minkowski. Os espaços funcionais L^p.

— 10 —

Agora com apenas três semestres, *Cálculo Infinitesimal*, em seu dois primeiros semestres, tratava não só dos pontos anteriormente vistos em *Cálculo I* do programa de 1966 (ver Figura 19), mas também de pontos de g*eometria analítica* e *outras aplicações geométricas do cálculo diferencial e integral*. *Sucessões e séries*, *diferenciais*, *integral de Riemann*, *integrais duplas e múltiplas* e *funções definidas por integrais* eram os pontos principais do terceiro semestre do curso. Assim sendo, foram mantidos os pontos II e III de *Cálculo II*, retirados os pontos I e IV e acrescentados novos.

Quadro 21: Possível seriação do curso de licenciatura em matemática da FFCL da USP em 1968.

1º Ano	Cálculo Infinitesimal Álgebra Geometria Analítica Física
2º Ano	Cálculo Infinitesimal Álgebra Linear Equações Diferenciais Física Complementos de Geometria e Geometria Superior
3º Ano	Análise Superior Funções Analíticas Cálculo Avançado Complementos de Geometria e Geometria Superior Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática
4º Ano	Cálculo Avançado Análise Superior Psicologia da Educação Prática de Ensino Didática Geral Administração Escolar

Em *Cálculo Avançado*, disciplina de três semestres, vários conceitos já trabalhados em *Cálculo Infinitesimal* são revistos, como *números reais*, *funções de uma variável*, *funções de várias variáveis* e *séries e seqüências numéricas e de funções*. Além disso, também são abordados tópicos de *espaços métricos* (rudimentos) e medida e integral de Lebesgue (alguns pontos introdutórios). Destaca-se que para o ponto de *números reais*, o programa observa que o conjunto pode ser introduzido quer axiomaticamente, quer por sucessões ou cortes.

Em *Equações Diferenciais*, disciplina de um semestre, trabalhava-se com *equações diferenciais de 1ª ordem* (*definições*, *interpretação geométrica*, *resolução de equações diferenciais sob forma normal*, *forma não-normal*), *teoremas de existência e unicidade de soluções* e *equações diferenciais lineares* (*propriedades algébricas*, *sistemas fundamentais de soluções de equação homogênea*, *equações homogêneas a coeficientes constantes*, *equações não-homogêneas*). Já *Funções Analíticas* com *números complexos*, *séries e funções no campo complexo*, *diferenciabilidade complexa*, *integração complexa* e *cálculo de resíduos*. Assim, os programas dessas disciplinas já têm uma estrutura muito parecida com os atuais cursos de *Equações Diferenciais* e *Variáveis Complexas*. *Análise Superior* permaneceu inalterada.

Com os programas acima comentados, percebe-se claramente a tendência de especialização do ensino de análise sobre o qual comentamos antes. A grosso modo, o tratamento mais rigoroso dos conceitos parece ter se focado em *Cálculo Avançado* e *Análise Superior*; a parte algorítmica em *Cálculo Infinitesimal*, *Funções Analíticas* e *Equações Diferenciais*. Essa linha permanecerá anos depois no recém-criado IME, que, com a reforma universitária, fica responsável pelos cursos de matemática da FFCL.

AS DISCIPLINAS DE ANÁLISE NO IME DA USP

Com a reforma universitária, a FFCL foi extinta, dando origem a FFLCH e outros institutos, como o IME, para o qual o curso de matemática foi transferido. Já nesse instituto, a separação entre as modalidades bacharelado e licenciatura é feita de forma mais clara, cada qual com sua grade, embora muitas disciplinas continuassem a ser ministradas conjuntamente.

Não só mais clara ficou a separação das modalidades, como também a separação das disciplinas de cálculo das de análise. Dessa forma, assim como já fizemos na apresentação dos dados da FFCL de Rio Claro e da UNESP, restringir-nos-emos a partir de agora apenas às disciplinas de análise a à modalidade licenciatura, fazendo referência às de cálculo e ao bacharelado apenas pontualmente. As indicações de bibliografia e objetivos, que inexistiram na FFCL da USP, estão presentes na maioria dos programas do IME, portanto, agora, passaremos a tratar delas sempre que estiverem presentes.

No ano de 1971, os licenciandos contavam com três semestres de *Cálculo Diferencial e Integral* (I, II, III). Além dessas, no quinto e sexto semestre, respectivamente, havia as disciplinas *Funções Analíticas* e *Introdução à Análise*. Em termos dessas disciplinas, a

diferença com relação ao bacharelado é que essa modalidade contava ainda com *Cálculo Diferencial e Integral IV* e no lugar de *Introdução à Análise*, *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II*. Desse modo, a disciplina de análise no IME, desde o seu princípio, já era ministrada separadamente para as duas modalidades. A grade curricular desse ano pode ser vista no Quadro 22. No Anexo EE temos a reprodução de parte do Catálogo de Graduação do IME do ano de 1971, onde constam os programas das disciplinas mencionadas.

Quadro 22 – Seriação do curso de licenciatura em matemática do IME da USP em 1971.

	1º Semestre	**2º Semestre**
1º Ano	Cálculo Diferencial e Integral I Vetores e Geometria Física Geral e Experimental I Introdução à Computação	Cálculo Diferencial e Integral II Álgebra Linear I Física Geral e Experimental II Intr. ao Cálculo de Probabilidades
2º Ano	Cálculo Diferencial e Integral III Álgebra I Cálculo Numérico I Física Geral e Experimental III	Introdução à Estatística Álgebra II Des. Geométrico e Geo. Descritiva Física Geral e Experimental IV
3º Ano	Teoria dos Conjuntos Fundamentos da Mat.Elementar I Funções Analíticas História da Matemática	Fundamentos da Mat. Elementar II Introdução à Análise Optativa I Disciplina de outra área
4º Ano	Fundamentos de Mat. Elementar III Optativa II Português Educação Moral e Cívica	Disciplinas obrigatórias da Faculdade de Educação e Instituto de Psicologia (c. 480h)

Em *Introdução à Análise* eram trabalhados os seguintes pontos: *topologia de R e R^n*, *conexidade do intervalo*, *teorema de Borel-Lebesgue*, *definição geral de topologia*, *espaços métricos*, *compacidade e conexidade*, *espaços produto*, *funções contínuas*, *diferenciabilidade*, *integral de Riemann*, *critérios de integrabilidade* e T*eorema Fundamental do Cálculo Diferencial e Integral*. Assim sendo, a disciplina abarcava pontos comuns a disciplinas introdutórias sobre o assunto como continuidade, diferenciabilidade e integrabilidade, entretanto, a discussão de tópicos como conexidade do intervalo, compacidade e conexidade e espaços métricos e sua topologia sugeria um tratamento mais topológico.

Já no bacharelado, *Análise Matemática I* tinha em seu programa pontos de *teoria dos conjuntos*, *construção de R, topologia dos* R^n *e dos espaços métricos* e *continuidade*. *Análise Matemática II*, *integrais dependentes de um parâmetro*, *integral imprópria dependendo de um parâmetro*, *integrais curvilíneas*, *funções de variação limitada*, *integral de Riemann-Stieltjes*, *séries de Fourier*, *Lema de Riemann*, *condições de Dirichlet*, *seqüências de Dirac* e *transformada de Fourier.* Já a disciplina de *Topologia*, presente nessa modalidade, falava de *espaços topológicos*, *prolongamento de funções uniformemente contínuas*, *teorema de Banach do ponto fixo*, *espaços compactos*, *conexos*, *produto* e *quociente.*

Destarte, parece-nos que essa primeira disciplina de análise do curso de licenciatura do IME funcionava como uma espécie de apanhado geral, com algumas particularidades, das disciplinas de análise e de topologia do bacharelado.

Finalmente, comum às duas modalidades, *Funções Analíticas* manteve o corpo geral da sua antecessora na FFCL (*série de potências*, *derivação complexa*, *integração complexa*, *séries de Taylor e de Laurent*, *teorema dos resíduos*), diferindo, em síntese, apenas na questão da construção dos complexos, não contemplado nessa do IME, e no número de subpontos trabalhados em cada tópico mais geral: maior na FFCL.

Em 1972, sem diferença em suas ementas, os programas de *Introdução à Análise* e *Funções Analíticas* passam a citar a bibliografia indicada. No caso da primeira delas, o livro indicado é *Real Analysis* de Alan John White. Para *Funções Analíticas*, *Introdução à Funções de uma Variável Complexa* de Chaim Samuel Hönig, *Complex Variables* de Churchill, *Complex Analysis* de Lara Ahlfors, *Complex Variables with Physical Applications* de Arthur Hauser Jr. e *Théorie Élémentaire des Fonctions Analytiques d'Une ou Plusiers Variables Complexes* de Hermann.

Tanto a ementa quanto a bibliografia dessas duas disciplinas continuam essencialmente as mesmas em 1973 (há apenas algumas pequenas diferenças pontuais). Nesse ano, porém, pela primeira vez, o programa traz os objetivos das disciplinas. Para *Funções Analíticas*, *estudo de funções analíticas e aplicações*, já os de *Introdução à Análise* eram *apresentar ao licenciando alguns pontos mais delicados da Análise*. Nas figuras 21 e 22 temos os programas dessas duas disciplinas *Funções Analíticas* e *Introdução à Análise* retirados dos catálogos de graduação do IME de 1972 e 1973.

Até meados de 1982, a estrutura geral das disciplinas sobre as quais estamos nos debruçando pouco se alterou. A única modificação apresentada no quadro geral foi a inclusão,

em 1979, do livro *Curso de Análise* de Elon Lajes Lima na bibliografia de *Introdução à Análise*. Na Figura 23 temos a reprodução do programa dessa disciplina.

Figura 21 – Programas de *Funções Analíticas* para os anos de 1972 (abaixo) e 1973 (acima), retirados dos catálogos de graduação do IME/USP.

Universidade de São Paulo

I - Sigla e nome da disciplina
MAT-225 - "FUNÇÕES ANALÍTICAS"

II - Obrigatória [x] Optativa [ ]

III - Código dos requisitos prévios
MAT-211

IV - Objetivos
Estudo de funções analíticas e aplicações.

V - Conteúdo
1. Séries de potenciais e funções elementares.
2. Derivação complexa.
3. Integração complexa, fórmula de Cauchy, fórmula integral para as derivadas; teorema do máximo módulo, teorema de Liouville.
4. Séries de Taylor e Laurent, domínio de convergência e classificação de singularidade.
5. Resíduos, aplicações.

VI - Métodos utilizados
Aulas expositivas.

VII - Atividades discentes
Comparecimento às aulas, resolução de exercícios, provas.

VIII - Carga horária semanal e número de créditos
Aulas práticas e teóricas: 5 hs

IX - Distribuição ideal: 2º ano 2º semestre

X - Número básico de alunos por turma: 60

XI - Critério de avaliação da aprendizagem
Média M= (3P + E)/4 onde P e E são respectivamente as médias ponderadas de provas e de exercícios.

XII - Bibliografia básica
Hönig,C."Introdução às funções de uma variável complexa"; Churchill, "Complex Variables"; Ahlfors,L. "Complex Analysis".

- 42 -

Instituto de Matemática e Estatística

FUNÇÕES ANALÍTICAS

MAT 225 3hs. por semana

1 - Séries de potências e funções elementares.

2 - Derivação complexa. Condições de Cauchy-Riemann.

3 - Integração complexa, fórmula integral de Cauchy, fórmula integral para derivadas de tôdas as ordens. Teorema do máximo módulo, teorema de Liouville.

4 - Séries de Taylor e de Laurent. Domínio de convergência e classificação de singularidades.

5 - Teorema dos resíduos. Aplicação ao cálculo de integrais.

6 - Tópico livre.

BIBLIOGRAFIA

1. "Introdução às funções de uma variável complexa" - Chaim Samuel Hönig - 1968.
2. "Complex Variables" - Churchill.
3. "Complex Analysis" - Lara Ahlfors.
4. "Complex Variables with Physical Applications" - Arthur A. Hauser Jr.
5. "Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables complexes" - Hermann - Paris - 1961.

-29-

Figura 22 – Programas de *Introdução à Análise* para os anos de 1972 (abaixo) e 1973 (acima), retirados dos catálogos de graduação do IME/USP.

Instituto de Matemática e Estatística

Universidade de São Paulo

MAT 314

INTRODUÇÃO À ANÁLISE

3hs. por semana

1 - Topologia de R e R^n, conexidade do intervalo, teorema de Borel-Lebesque. Definição geral de topologia.

2 - Espaços métricos e sua topologia. Compacidade e conexidade. Espaço produto.

3 - Funções contínuas. Teoremas clássicos com relação à compacidade e conexidade.

4 - Diferenciabilidade, teorema da média (revisão).

5 - Integral de Riemann. Critérios de integrabilidade. Teorema fundamental do cálculo diferencial e integral.

BIBLIOGRAFIA

1. "Real Analysis" - White.

-34-

I - Sigla e nome da disciplina
MAT-314 - "INTRODUÇÃO À ANÁLISE"

II - Obrigatória [x] Optativa [ ]

III - Código dos requisitos prévios
MAT-211 e MAT-123

IV - Objetivos
Apresentar ao Licenciado, alguns pontos mais delicados de Análise.

V - Conteúdo
1. Topologia de R e R^n, conexidade do intervalo; teorema de Borel Lebesque. 2. Espaços métricos e sua topologia; compacidade e conexidade; espaço produto. 3. Funções contínuas, teoremas clássicos com relação a compacidade e conexidade. 4. Diferenciabilidade; teorema da média. 5. Integral de Riemann; critérios de integrabilidade; teorema fundamental do cálculo diferencial e integral.

VI - Métodos utilizados
Aulas expositivas e de exercícios.

VII - Atividades discentes
Comparecimento às aulas, resolução de exercícios e provas.

III - Carga horária semanal e número de créditos
Aulas práticas e teóricas: 5 hs

IX - Distribuição ideal: 3º ano 1º semestre

X - Número básico de alunos por turma: 60

XI - Critério de avaliação da aprendizagem
Média ponderada de provas e exercícios.

(II - Bibliografia básica
White - "Real Analysis".

- 47 -

Um ano mais tarde, em 1983, *Introdução à Análise* tem sua denominação alterada, sem modificações outras em seu programa, para *Introdução à Análise Real* e *Funções Analíticas* é substituída por *Introdução à Análise Complexa*, nesse caso com alteração de

programa. Essa nova disciplina, cujos objetivos incluíam o *estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo*, *transformações conformes e geometria*; tratava dos seguintes conteúdos: *números complexos*, *séries e séries de potências*, *derivação complexa*, *transformações conforme*, *funções elementares*, *integração complexa*, *séries de Taylor* e *singularidades*. Não há indicação de bibliografia recomendada. Convém comentar ainda a alteração da ordem dessas duas disciplinas na grade curricular do curso: agora *Introdução à Análise,* quinto semestre, é vista antes de *Introdução à Análise Complexa*, sexto (Anexo FF).

Ainda a essa época, os bacharelandos continuavam a contar com dois cursos de análise que, em síntese, tratavam da *construção dos números reais*, *topologia elementar dos espaços métricos*, *funções*, *integral de Riemann na reta*, *séries de Fourier*, *transformações de Fourier*, *problemas de equações diferenciais parciais*. Os objetivos se limitavam a resumir o programa da disciplina e a bibliografia diferia completamente de *Introdução à Análise*: *Teoria Ingênua dos Conjuntos* de Halmos, *Elements of Real Analysis* de Robert Bartle, *Analysis* de Lang e *A Integral de Lebesgue e suas Aplicações* de Hönig, são as indicações (ver Anexo FF).

Passados três anos, os programas das duas disciplinas que acompanhamos são quase que completamente reformulados. *Introdução à Análise Real* abandona, aparentemente, o tratamento mais topológico dado outrora e passa a tratar de: *números reais*; *construção de R*; *estrutura algébrica de R*; *ordem*; *expansão decimal*; *alguns números irracionais importantes*; *cardinalidade*; *seqüências e séries numéricas*; *convergência de séries*; *critérios da razão e da raiz*; *critério da integral*; *continuidade e diferenciabilidade*; *integrabilidade*; *integral de Riemann*; *integrabilidade de funções contínuas*; *Teorema Fundamental do Cálculo*. A ementa de *Introdução à Análise Complexa* conta com nove pontos principais: *números complexos*, *séries de funções em R e C*, *séries de potências*, *derivação complexa*, *transformações conforme*, *funções elementares*, *integração complexa*, *séries de Taylor*, *singularidades*.

Com relação aos objetivos, os de *Introdução à Análise Real* tocam, pela primeira vez, a questão da formação do professor; falam da apresentação ou reapresentação com detalhes de tópicos do cálculo diferencial e integral que são delicados e importantes para o futuro professor secundário. No caso de *Introdução à Análise Complexa*, falam do estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo e das transformações e geometria. Relativamente à bibliografia, *Introdução à Análise Real*, além dos dois livros que já figuravam anteriormente dentre suas indicações, traz *Análise I* de Djairo Figueiredo. *Introdução à Complexa* indica *Variáveis Complexas e suas Aplicações* de Hönig além das que já contavam no progama de *Introdução às Funções Analíticas* (ver Figura 24).

Figura 23 – Reprodução de parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1979, onde consta o programa de *Introdução à Análise* para aquele ano.

I-MAT-313 - ÁLGEBRA III

II-OBJETIVOS: Dar ao estudante uma primeira apresentação da Teoria de Galois.

III-CONTEÚDO: 1. Grupos: subgrupos normais; grupos quocientes; teorema de homomorfismo; grupos cíclicos, grupos de permutação. 2. Extensões algébricas normais e separáveis, corpo de raízes de um polinômio. 3. Automorfismos de um corpo; teorema fundamental da teoria de Galois. 4. Aplicações: frações racionais simétricas, raízes da unidade corpos finitos. 5. Resolução de equações algébricas.

IV-CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas - 5 créditos.

V-CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

VI-BIBLIOGRAFIA BÁSICA: HERSTEIN, I.N. - Tópicos de Álgebra, São Paulo , Ed. USP, 1970; ADAMSON, I.T. - Introduction to field theory,Edinburgh Oliver & Boyd, 1964. KAPLANSKY, I. - Fields and Rings University of Chicago Lecture Note in Mathematics, Chicago, 1972. ARTIN, E. - Galois Theory, Notre Dame University Press, 2nd. ed, 1944.

I-MAT-314 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE

II-OBJETIVOS: Apresentar ao Licenciando, alguns pontos mais delicados de Análise.

III-CONTEÚDO: 1. Topologia de R e R^n, conexidade do intervalo; teorema de Borel Lebesgue. 2. Espaços métricos e sua topologia; compacidade e conexidade; espaço produto. 3. Funções contínuas, teoremas clássicos com relação a compacidade e conexidade. 4. Diferenciabilidade; teorema da média. 5. Integral de Riemann; critérios de integrabilidade; teorema fundamental do cálculo diferencial e integral.

IV-CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas - 5 créditos.

V-CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

VI-BIBLIOGRAFIA BÁSICA: WHITE, A.G.-Análise Real,São Paulo,Ed.1973 LIMA, E.L.-Curso de Análise - Rio de Janeiro,CNPq (Projeto Euclides) 1976.

De 1986 até 1993 não observamos modificações nos programas das disciplinas de interesse. Somente em 1994, com a grade curricular do curso de licenciatura em matemática reformulada é que alterações nos programas acontecem. No anexo GG é possível encontrar uma reprodução do catálogo de graduação do IME para aquele ano, nesse anexo há os programas das disciplinas sobre os quais comentaremos a seguir, bem como a nova grade da licenciatura e também a do bacharelado, que entrou em vigor dois anos antes.

Introdução à Análise Real volta a ser chamada *Introdução à Análise*, agora oferecida no oitavo período, e, uma vez que *Introdução à Análise Complexa* é retirada da grade, passa a abarcar alguns pontos dessa, como *números complexos* e *extensão das funções elementares aos complexos;* outros pontos são: *seqüências e séries numéricas*, *séries de potências*, *enumerabilidade dos naturais e racionais*, *números reais*, *funções de uma variável real*, *continuidade*, *integral de Riemann*, *Teorema Fundamental do Cálculo*. Curioso observar que pontos de derivação continuam ausentes nesse programa.

Os seus objetivos, ainda que em suma tenham se mantido inalterados, deixam de citar a questão da formação de professores. Com relação à bibliografia, são adicionadas as obras de Aragona (Introdução à Análise), Churchill (Variáveis Complexas e suas Aplicações) e Hönig (Introdução às Funções de uma Variável Complexa).

Voltamos a falar dos objetivos de *Introdução à Análise*. Isso porque em 1997, a palavra *professor* volta a ser citada: *apresentar ou reapresentar com detalhes tópicos delicados de Cálculo Diferencial e Integral, importantes para o futuro professor secundário. Apresentar funções de variável complexa*. A menos dessa questão pontual da citação do professor secundário, os objetivos são os mesmos de 1994, que, por sua vez, eram muito parecidos com os que figuravam no programa da disciplina desde 1986. Não há outras alterações no programa da disciplina, que pode ser visto na Figura 25.

Para efeito ilustrativo, desde 1992, o bacharelado em matemática deixou de contar com duas disciplinas de análise. *Análise Matemática I* prossegue como obrigatória, mas *Análise Matemática II* torna-se uma disciplina optativa. A obrigatória tratava essencialmente de pontos relacionados à *integral de Riemann* e *Riemann-Stieltjes* e *integral de Lebesgue*. A optativa dava conta de pontos de *análise funcional*. A essa época, destaca-se, os cursos de cálculo da licenciatura já eram diferentes dos do bacharelado. É fácil supor, pelo conteúdo mais avançado de *Análise Matemática I*, que o apelo dos cursos de cálculo do bacharelado devia ser muito mais analítico que algorítmico (ver Anexo GG com os programas).

MAT-313 - ÁLGEBRA III

OBJETIVOS: Dar ao estudante uma primeira apresentação da Teoria de Galois.

CONTEÚDO: 1. Grupos: subgrupos normais; grupos quocientes; teorema de homomorfismo; grupos cíclicos, grupos de permutação. 2. Extensões algébricas normais e separáveis, corpo de raízes de um polinômio. 3. Automorfismos de um corpo; teorema fundamental da teoria de Galois. 4. Aplicações: frações racionais simétricas, raízes da unidade de corpos finitos. 5. Resolução de equações algébricas.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Herstein,I.N., *Tópicos de Álgebra*, USP, São Paulo, 1970; Adamson, I.T., *Introduction to field theory*, Oliver & Boyd, Edinburgh, 1964; Kaplansky,I., *Fields and Rings*, Lecture Note in Mathematics, University of Chicago, Chicago, 1972; Artin,E., *Galois Theory*, Notre Dame University Press, 2nd. ed., 1944.

MAT-314 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL

OBJETIVOS: Apresentar ou reapresentar com detalhes tópicos de Cálculo Diferencial e Integral delicados e importantes para o futuro professor secundário.

CONTEÚDO: Números reais. Construção do $\mathbb{R}$ (por seqüências de Cauchy ou Cortes de Dedekind.Estrutura algébrica de $\mathbb{R}$. Ordem. Expansão Decimal. Alguns números irracionais importantes (π,e etc.). Cardinalidade. Seqüências e séries numéricas. Convergência de séries, critérios da razão e da raiz. Critério de integral. Continuidade e Diferenciabilidade. Integrabilidade.Integral de Riemann. Integrabilidade de funções contínuas. Teorema Fundamental do Cálculo.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Figueiredo,D.G., 1975, *Análise I*, Rio de Janeiro, IMPA-Livros Técnicos e Científicos, 259p., WHITE,A.J., 1973, *Análise Real: uma introdução*, São Paulo,Edgard Blücher-EDUSP, 258p., LIMA,E.L., 1976-81, *Curso de Análise*, Rio de Janeiro, IMPA-CNPq, vol. 1, texto mais avançado.

MAT-317 - TOPOLOGIA

OBJETIVOS: Apresentar as noções de topologia geral necessárias ao aprofundamento do conhecimento de Análise Geométrica.

CONTEÚDO: 1. Espaços topológicos: homeomorfismos, produtos finitos. 2. Espaços métricos:continuidade uniforme,prolongamento de função uniformemente contínua. Completação de espaço métrico. Teorema do ponto fixo de Banach. 3. Espaços compactos e localmente compactos;compacidade nos espaços metrizáveis. 4. Espaços conexos e localmente conexos. 5. Produtos quaisquer de espaços topológicos. 6. Espaços quocientes: exemplos clássicos.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Lima,E.L., *Elementos de Topologia Geral*, 2 vol., IMPA, Rio de Janeiro, 1970; Lima,E.L., *Espaços Métricos*, IMPA, Rio de Janeiro, 1977; Hönig,C.S., *Aplicações da Topologia à Análise*, IMPA, Rio de Janeiro, 1976.

MAT-320 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA

OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo.Transformações e geometria.

CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em $\mathbb{R}$ e $\mathbb{C}$. Séries e potências.Derivação Complexa. Transformações conformes. Funções elementares. Integração complexa. Séries de Taylor.Singularidades.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃODA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Churchill,R.V., 1975, *Variáveis complexas e suas aplicações*, São Paulo, EDUSP-MacGraw-Hill, 276p.; Hönig,C.S., 1981, *Introdução às funções de uma variável complexa*, 4a. ed., Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 168p.; Ahlfors,L.V., 1966, *Complex Analysis: an introduction to the theory of analitic functions of one variable*,N.York, MacGraw-Hill, 247p.

MAT-324 - ANÁLISE MATEMÁTICA II

OBJETIVOS: Desenvolver diversas técnicas de Análise e dar suas aplicações à Análise Clássica (Séries de Fourier, transformação de Fourier, problemas de Equações Diferenciais Parciais, etc.).

CONTEÚDO: Produto interno; espaços normados, desigualdade de Hölder e Minkowsky, 2. Medida de Lebesgue no $\mathbb{R}^n$, integral de Lebesgue. 3. Teorema da convergência e aplicações. 4. Espaços L_p. 5. Transformação de Fourier, produto de convolução. Aplicação às fórmulas integrais de Equações diferenciais parciais;seqüências de Dirac. 6. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Hönig,C.S., *A Integral de Lebesgue e suas Aplicações*, 11º Colóquio Brasileiro de Matemática, Poços de Caldas, CNPq, 1977.

MAT-326 - GEOMETRIA DIFERENCIAL

OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E_3.

CONTEÚDO: 1. Curvas em E_3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins,semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E_3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciais, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de resolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Carmo,M.P., *Elementos de Geometria Diferencial*, Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971; Stocker,J.J., *Differential Geometry*, John Wiley, New York, 1969; Klingenberg, W., *Introduction to Differential Geometry*, Springer-Verlag, 1977; Carmo,M.P., *Differential Geometry of Curves and Surfaces*, Prentice Hall, 1976; O'Neil,B., *Elementary Differential Geometry*, Academic Press, 1971.

MAT-327 - TEORIA DOS CONJUNTOS

OBJETIVOS: Apresentar o assunto como teoria sistemática servindo de fundamento às teorias matemáticas.

CONTEÚDO: 1. Introdução: paradoxos, método axiomático; teoria axiomática dos conjuntos. 2. A relação de pertinência e inclusão;par ordenado; produtos cartesianos. 3. Funções: função composta, função inversa. 4. Reuniões, indução finita. 5. Equipotência: teoremas de Cantor e Bernstein-Cantor. Conjuntos finitos: teorema de Dedekind; conjuntos enumeráveis. 6. Relação de equivalência e de ordem. Axioma da escolha; teorema da boa ordem e Lema de Zorn.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Halmos,P.R., *Teoria Ingênua dos Conjuntos*, USP, São Paulo, 1970; Pinter, C.C., *Set Theory*, Addison-Wesley, Reading, 1971; Suppes,P., *Axiomatic Set Theory*, Van Nostrand, Princenton, 1960.

Figura 24 – Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1986, onde constam os programas de *Introdução à Análise Real* e *Introdução à Análise Complexa*.

de de funções do R^n no R^p. Demonstração dos teoremas da função inversa e da função implícita. Formas diferenciais em R^2 e em R^3 como funcionais de curvas e superfícies. Relação entre derivação de formas e os operadores vetoriais. Enunciado unificado dos teoremas de Green, Gauss e Stokes.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-122 + MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, 1965 • W. Rudin, *PRINCIPLES OF MATHEMATICAL ANALYSIS*, 3rd.ed., McGraw-Hill, 1976.

MAT-313 ÁLGEBRA III
OBJETIVOS: Apresentar a teoria de Galois e algumas aplicações da álgebra.
CONTEÚDO: Extensões algébricas. Corpo de raízes de um polinômio. Extensões de Galois. Grupos de Galois. Corpos finitos. Corpos ciclotômicos. Correspondência de Galois. Teorema fundamental da teoria de Galois. Grupos solúveis. Simplicidade de A_n para n maior ou igual a 5. Resolução de equações por radicais. Aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-213 ou MAT-231.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I.T. Adamson, *INTRODUCTION TO FIELD THEORY*, Oliver&Boyd, Edinburgh, 1964 • E. Artin, *GALOIS THEORY*, Notre Dame University Press, 1944 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • I. Kaplanski, *FIELDS AND RINGS*, 2nd.ed., Univ. of Chicago Press, 1972 • N. Jacobson, *BASIC ALGEBRA I*, Freeman, San Francisco, 1974 • G. Birkhoff, T.C. Bartee, *MODERN APPLIED ALGEBRA*, McGraw-Hill, 1970 • I.F. Blake, R.C. Mullin, *AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC AND COMBINATORIAL CODING THEORY*, Academic Press, 1976 • J.D. Lipson, *ELEMENTS OF ALGEBRA AND ALGEBRAIC COMPUTING*, Benjamin, 1981.

MAT-314 INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL
OBJETIVOS: Apresentrar ou reapresentar com detalhes tópicos de cálculo diferencial e integral delicados e importantes para o futuro professor secundário.
CONTEÚDO: Números reais. Construção de R (seqüências de Cauchy ou cortes de Dedekind). Estrutura algébrica de R. Ordem. Expansão decimal. Alguns números irracionais importantes (π, e, etc.). Cardinalidade. Seqüências e séries numéricas. Convergência de séries, critério da razão e da raiz, critério da integral. Continuidade e diferenciabilidade. Integrabilidade. Integral de Riemann. Integrabilidade de funções contínuas. Teorema fundamental do cálculo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-121 ou MAT-131 ou MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA-Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, (vol. 1, texto mais avançado), IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, Edgard Blücher-EDUSP, 1973.

MAT-315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE
OBJETIVOS: Apresentar ou reapresentar com detalhes tópicos delicados de Cálculo Diferencial e Integral, importantes para o futuro professor secundário. Apresentar funções de variável complexa.
CONTEÚDO: 1. Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; alguns números importantes. 2. Série de potências; raio de convergência. 3. Enumerabilidade dos naturais e racionais. 4. Números reais; construção por seqüências de Cauchy; estrutura algébrica; ordem; expansão decimal; cardinalidade. 5. Números complexos. 6. Funções de uma variável real; continuidade de funções de uma variável real definidas em intervalos; aplicações; integral de Riemann de funções contínuas; Teorema Fundamental do Cálculo. 7. Série de potências de números complexos; extensão das funções elementares ao campo complexo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 ou MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J. Aragona, *INTRODUÇÃO À ANÁLISE*, notas de aula, IME-USP, 1991 • D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, vol.1, IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, Edgard Blücher—EDUSP—McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EDUSP—McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S.Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-317 TOPOLOGIA
OBJETIVOS: Apresentar noções de topologia geral e algumas aplicações. Espaços de funções.
CONTEÚDO: 1. Espaços métricos: definição, exemplos e conceitos básicos; convergência, completividade e o teorema de Baire; funções contínuas, homeomorfismos, espaços de funções contínuas; espaços normados — exemplos. 2. Espaços topológicos: definição, exemplos e conceitos básicos; base de abertos e sub-base de abertos; axiomas de enumerabilidade; funções contínuas e homeomorfismos; axiomas de separação; lema de Urysohn e teorema de Tietze [enunciado]; espaços conexos e localmente conexos; espaços compactos e localmente compactos; teorema de Baire; compactificação e o teorema de Tichonoff [enunciado]; espaços de funções; topologia de convergência simples e uniforme sobre compactos; teoremas de Arzela-Ascoli e Stone-Weirstrass; tópico livre [se houver tempo].
PRÉ-REQUISITOS: MAT-206 ou MAT-211 ou MAT-235.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.L. Lima, *ESPAÇOS MÉTRICOS*, 10º Colóquio Brasileiro de Matemática, 1975 • E.L. Lima, *ELEMENTOS DE TOPOLOGIA GERAL*, Livros Técnicos e Científicos • G.F. Simmons, *INTRODUCTION TO TOPOLOGY AND MODERN ANALYSIS*, McGraw-Hill, 1963 • C.S. Hönig, *APLICAÇÕES DE TOPOLOGIA À ANÁLISE*, IMPA, 1976.

MAT-319 ESTUDO DE PROBLEMAS BRASILEIROS
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 3 créditos.

MAT-320 INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA
OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações e geometria.
CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em R e C. Séries de potências. Derivação complexa. Funções elementares. Transformações conformes. Integração complexa. Séries de Taylor. Singularidades.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-235 ou MAT-206 + MAT-236 ou MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, *COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE COMPLEX VARIABLE*, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1966 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EDUSP/McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S. Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-321 CÁLCULO INTEGRAL
OBJETIVOS: Estudo da integral de Riemann em R^n, integração de formas diferenciais, Teorema de Stokes.
CONTEÚDO:1. Integral de Riemann em R^n. Integrabilidade de funções contínuas. Critérios de integrabilidade.Demonstração do teorema de mudança de variáveis e de Fubini. 2. Formas diferenciais em R^n. Campos vetoriais. Relação entre formas e operadores vetoriais. 3. Teorema de Stokes (em linguagem de formas diferenciais). Aplicações à análise vetorial clássica. 4. Formas exatas e formas fechadas.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-311 + MAT-236 ou MAT-311 + MAT-218 ou MAT-311 + MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. G. Bartle, *THE ELEMENTS OF REAL ANALYSIS*, 2nd ed., John Wiley, 1976 • R. Buck, E. F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1965 • E. L. Lima, *CURSOS DE ANÁLISE*, vol. 2 • W. Rubin, *PRINCÍPIOS DE ANÁLISE MATEMÁTICA*, Mc Graw-Hill.

MAT-326 GEOMETRIA DIFERENCIAL
OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E^3,
CONTEÚDO: 1. Curvas em E^3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins, semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E^3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciais, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de revolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico livre.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-311 (até 96) ou MAT-236 + MAT-311 (após 96).
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

Figura 25 – Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 1997, onde consta o programa de *Introdução à Análise*.

Seja como for, a partir de 1996, os bacharelandos voltam a contar com duas disciplinas de análise: *Análise Real*, no terceiro semestre, e *Análise Matemática I*, no sexto. Entretanto, os programas dos cálculos não se alteram, tampouco a de *Análise Matemática I* ou *Análise Matemática II,* que continua como optativa. *Análise Real*, por sua vez, tem a ementa que podemos considerar *canônica* dessa disciplina, ou seja, trata de *números reais*, *seqüências e séries numéricas*, *continuidade*, *derivada*, *integral* e *seqüências e séries de funções*. Os livros de Djairo (Análise I) e Spivak (Calculus) fazem parte da bibliografia. Curioso é a presença do *Análise Real* de Elon Lajes Lima ao invés do seu *Curso de Análise*. No Anexo HH temos reproduzidos os programas das disciplinas às quais fizemos referência neste parágrafo.

Com a reformulação do curso em 2001, as disciplinas de cálculo têm suas ementas alteradas, *Introdução à Análise*, no entanto, sofre modificações apenas no ano seguinte, tendo sua ementa bastante reduzida com relação à anterior. São abordados em 2002 os seguintes pontos: *seqüências e séries numéricas*, *critérios de convergência*, *séries de potência e propriedades*, *desenvolvimento de funções em séries de potência*, *séries de Taylor e de Fourier*, *a construção de R e o axioma da completude*, *expansão decimal dos números reais*, *demonstrações de alguns dos principais teoremas do Cálculo Diferencial e Integral*. Sobre os objetivos, esses, novamente, deixam de tocar a problemática da formação de professores: *introduzir conceitos básicos da Análise Real* e *apresentar formalmente a noção de completude dos números reais e suas conseqüências.* Não há bibliografia indicada para esse ano, porém, em 2003, com o mesmo programa de 2002, constam como referências as mesmas obras constantes no programa anterior, qual seja, o de 1994.

Assim sendo, optamos por reproduzir na Figura 26, o programa de 2003. Já no Anexo II temos reproduzido integralmente o *Manual do Curso de Licenciatura em Matemática* de 2002, onde constam, dentre outras informações, o programa de *Introdução à Análise* e a grade curricular do curso para aquele ano. Vale destacar que, embora na grade a disciplina de análise conste como *Introdução à Análise Real*, em seu programa, é chamada *Introdução à Análise* (em guias posteriores esse equívoco é corrigido, ver Anexo JJ).

A grade do curso de licenciatura em matemática sofreria ainda modificações em 2006 e 2009, entretanto, o programa da disciplina *Introdução à Análise*, até os dias de hoje, é aquele de 2002, sem qualquer alteração, seja de *objetivos*, *ementa* ou *bibliografia*. No Anexo JJ há a reprodução de parte do *Catálogo de Graduação* do IME de 2009. No Quadro 23 temos a grade curricular do curso para o ano em questão, elaborada da do *Catálogo*.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I.N. Herstein, TÓPICOS DE ÁLGEBRA, Polígono, São Paulo, 1964. * I. Stewart, GALOIS THEORY, Chapman and Hall, 1989. Dean, R., ELEMENTS OF ABSTRACT ALGEBRA, Wiley, 1967.* N. Jacobson, BASIC ALGEBRA I, Freeman, 1974. *P.A. Martin, INTRODUÇÃO À TEORIA DE GALOIS, IME-USP.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR: * G. Birkhoff e T.C. Bartee, MODERN APPLIED ALGEBRA, Mc Graw-Hill, 1970.* I.F. Blake e R.C. Mullin, AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC AND COMBINATORIAL CODING THEORY, Academic Press, 1976.* J.D. Lipson, ELEMENTS OF ALGEBRA AND ALGEBRAIC COMPUTING, Benjamin, 1981.

MAT0315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE
OBJETIVOS: Introduzir os conceitos básicos de análise real. Apresentar formalmente a noção de completude dos números reais e suas conseqüências.
CONTEÚDO: Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; Série de potências e propriedades; desenvolvimento de funções em séries de potências, séries de Taylor e de Fourier. A Construção de R e o axioma da completude; a expansão decimal dos números reais. Demonstrações de alguns dos principais teorema do Cálculo Diferencial e Integral.
PRÉ-REQUISITOS: MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J. Aragona, INTRODUÇÃO À ANÁLISE, NOTAS DE AULA, IME-USP, 1991; D.G. Figueiredo, Análise I, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975; E.L. Lima, CURSO DE ANÁLISE, vol.1, IMPA, 1976-81; A.J. White, ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO, Edgard Blücher, EDUSP, McGraw-Hill, São Paulo, 1975; R.V. Churchill, VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES, EDUSP, McGraw-Hill, São Paulo, 1975; C.S.Hönig, INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, 4 ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT0317 TOPOLOGIA
OBJETIVOS: Apresentar noções de topologia geral e algumas aplicações. Espaços de funções.
CONTEÚDO: 1. Espaços métricos: definição, exemplos e conceitos básicos; convergência, completividade e o teorema de Baire; funções contínuas, homeomorfismos, espaços de funções contínuas; espaços normados exemplos. 2. Espaços topológicos: definição, exemplos e conceitos básicos; base de abertos e sub-base de abertos; axiomas de enumerabilidade; funções contínuas e homeomorfismos; axiomas de separação; lema de Urysohn e teorema de Tietze; espaços conexos e localmente conexos; espaços compactos e localmente compactos; teorema de Baire; compactificação e o teorema de Tichonoff; espaços de funções; topologia de convergência simples e uniforme sobre compactos; teoremas de Arzela--Ascoli e Stone--Weirstrass.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0211 ou MAT0206. Para LM: MAT2352. Para BMA: MAP0215. Para BMAC: MAT3120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.L. Lima, ESPAÇOS MÉTRICOS, 10º Colóquio Brasileiro de Matemática, 1975 * E.L. Lima, ELEMENTOS DE TOPOLOGIA GERAL, Livros Técnicos e Científicos * G.F. Simmons, INTRODUCTION TO TOPOLOGY AND MODERN ANALYSIS, McGraw-Hill, 1963 * C.S. Hönig, APLICAÇÕES DE TOPOLOGIA À ANÁLISE, IMPA, 1976.

MAT0320 INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA
OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações e geometria.
CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em R e C. Séries de potências. Derivação complexa. Funções elementares. Transformações conformes. Integração complexa. Séries de Taylor. Singularidades.
PRÉ-REQUISITO: MAT0315
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE COMPLEX VARIABLE, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1966 R.V. Churchill, VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES, EDUSP/McGraw-Hill, São Paulo, 1975 C.S. Hönig, INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, 4 ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT0321 CÁLCULO INTEGRAL
OBJETIVOS: Estudo da integral de Riemann em R^n, integração de formas diferenciais, Teorema de Stokes.
CONTEÚDO:1. Integral de Riemann em R^n. Integrabilidade de funções contínuas. Critérios de integrabilidade.Demonstração do teorema de mudança de variáveis e de Fubini. 2. Formas diferenciais em R^n. Campos vetoriais. Relação entre formas e operadores vetoriais. 3. Teorema de Stokes (em linguagem de formas diferenciais). Aplicações à análise vetorial clássica. 4. Formas exatas e formas fechadas.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0311 + MAT0205 ou MAT0311 + MAT0218 ou MAT0311 + MAT0211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. G. Bartle, THE ELEMENTS OF REAL ANALYSIS, 2nd ed., John Wiley, 1976 R. Buck, E. F. Buck, ADVANCED CALCULUS, 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1965 * E. L. Lima, CURSOS DE ANÁLISE, vol. 2 * W. Rubin, PRINCÍPIOS DE ANÁLISE MATEMÁTICA, Mc Graw-Hill.

MAT0326 GEOMETRIA DIFERENCIAL
OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E^3.
CONTEÚDO: 1. Curvas em E^3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins, semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E^3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciais, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de revolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico livre.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0311. Para BMA: MAP0215+MAP0217. Para BMAC: MAP0217+MAT3120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M.P. Carmo, DIFFERENTIAL GEOMETRY OF CURVES AND SURFACES,Prentice-Hall, 1976 W. Klingenberg, A COURSE IN DIFFERENTIAL GEOMETRY, Springer, 1978 B. O'Neil, ELEMENTARY DIFFERENTIAL GEOMETRY, Academic Press, 1966 J.J. Stocker, DIFFERENTIAL GEOMETRY, John Wiley, 1969. K. Tenenblat, INTRODUÇÃO À GEOMETRIA DIFERENCIAL, Ed. Universidade de Brasília, 1990. Gray, MODERN DIFFERENCIAL GEOMETRY OF CURVES AND SURFACES, CRC Press Inc, 2000.

MAT0330 TEORIA DOS CONJUNTOS
OBJETIVOS: Desenvolver uma das teorias axiomáticas *ZF*, *NGB* ou *KM* como teoria unificadora da formalização da matemática, dando ênfase, no final, à aritmética cardinal.
CONTEÚDO: 1. Os paradoxos semânticos e as linguagens de 1ª ordem: exemplos. 2. O cálculo de predicados de 1ª ordem: a noção de dedução e o teorema da dedução. 3. Os paradoxos lógicos e as teorias formalizadas dos conjuntos ou classes *ZF*, *NGB* ou *KM*. 4. Axiomas. Uniões, intersecções, complementos; partes, pares ordenados, relações, funções. Ordinais e cardinais: recorrência transfinita, os naturais e os axiomas de Peano, conjuntos finitos e enumeráveis. 5. Aritmética cardinal: operações com cardinais, o teorema de Cantor-Bernstein. 6. Formas equivalentes do axioma da escolha.
PRÉ-REQUISITOS: Para BMA e BMAC: MAP0216+MAT0123. Para BM: MAT0205+MAT0213 ou MAT0206+ MAT0213.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: H.B. Enderton, *ELEMENTS OF SET THEORY*, Academic Press, 1973 * J. Kelley, *GENERAL TOPOLOGY*, Springer, 1955 * F. Miraglia Neto, *TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO*, EDUSP * J.D. Monk, *INTRODUCTION TO SET THEORY*, McGraw-Hill, 1969 * C. Pinter, *SET THEORY*, Addison-Wesley, 1971.

MAT0331 ELEMENTOS DA TEORIA DOS CONJUNTOS
OBJETIVOS: Discutir a questão de ser a teoria dos conjuntos fundamento para a Análise e para as teorias matemáticas em geral. Propiciar ao aluno uma vivência sistemática com o método axiomático, através do desenvolvimento de algumas teorias *ZF*, *KM*, *NBG*. Discutir a inadequação do ensino da teoria dos conjuntos na escola de 1º e 2º graus.
CONTEÚDO: Introdução: motivação histórica e paradoxos lógicos e semânticos; a construção de *Q* a partir de *N* e a de *R* a partir de *Q*; a dificuldade de definir número natural; várias tentativas históricas; a noção de finito e infinito $N \subset Q$, mas *Q* é enumerável; as provas da enumerabilidade de Q e da não enumerabilidade de *R*. Discussão sobre os caminhos utilizados para a eliminação dos paradoxos e o surgimento de dois tipos de teorias: conjuntos e classes. Rudimentos do Cálculo de Predicados. A álgebra dos conjuntos segundo alguma das teorias axiomáticas *ZF*, *KM* ou *NGB*: uniões, intersecções, inclusões, complementos, par ordenado, produto cartesiano, relações e funções. As definições de naturais, ordinais e cardinais. O teorema de Bernstein-Schroeder (ou Cantor-Bernstein) e o teorema de Cantor. Propriedades de conjuntos finitos e infinitos. Indução finita; aplicações. Noções de aritmética ordinal e cardinal.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120 + MAT2352 ou MAT0230 + MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J.L. Kelley, TEORIA ELEMENTAR DOS CONJUNTOS: apêndice do livro "GENERAL TOPOLOGY", traduação de I.F. Druck; E. Alencar, TEORIA ELEMENTAR DOS CONJUNTOS, 10ª ed., Nobel, São Paulo, 1971; C. Pinter, SET THEORY, Addison-Wesley Pub. Co., Mass., 1971; P.R. Halmos, TEORIA INGÊNUA DOS CONJUNTOS, EDUSP, São Paulo, 1970; D. Monk, INTRODUCTION TO SET THEORY, McGraw-Hill, New York, 1969; F. Miraglia, TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO, EDUSP, São Paulo, 1991.

MAT0334 ANÁLISE MATEMÁTICA II
OBJETIVOS: Introduzir os métodos de análise funcional e aplicações à análise clássica.
CONTEÚDO: 1. Equação do calor na barra finita e o método de separação de variáveis. Séries de Fourier clássicas. 2. Espaços de Hilbert: aspectos geométricos, teorema de Riesz, teorema da base. Séries de Fourier (L^2). 3.Espaços de Banach: operadores lineares contínuos. Espaços L^p. Espaços c_0, ℓ^p, $C([a,b])$ e seus duais. 4. Teoremas fundamentais dos espaços de Banach: teorema de Hahn-Banach, princípio da limitação uniforme e o teorema de Banach-Steinhaus, teorema da aplicação aberta e do gráfico fechado. Aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0234 + MAT0317 ou MAT0234 + MAT0311. Para BE: MAT0234. Para BMA e BMAC: MAP0217+MAT0234.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: C.S. Hönig, ANÁLISE FUNCIONAL E APLICAÇÕES, 2 vols., IME-USP, São Paulo, 1970 * L. Kantorovitch, G.P. Akilov, ANALYSE FONCTIONNELLE, 2vols., Mir, Moscou, 1981 * A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, ELEMENTOS DE LA TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCTIONAL}, Mir, Moscou, 1972.

Figura 26 – Parte do Catálogo de Graduação do IME/USP para o ano de 2003.

Quadro 23 – Grade Curricular do curso de licenciatura em matemática do IME da USP para 2009.

1º Semestre	5º Semestre
Geometria Analítica Cálculo para Funções de uma Variável Real I Estatística para Licenciatura I Laboratório de Matemática Óptica	Geometria e Desenho Geométrico II Álgebra II para Licenciatura Termodinâmica Optativa Livre I Didática Projetos de Estágio
2º Semestre	**6º Semestre**
Introdução à Álgebra Linear Cálculo para Funções de uma Variável Real II Estatística para Licenciatura II A Matemática na Educação Básica Gravitação	Introdução à Análise História da Matemática Eletricidade I Projetos de Estágio Optativa Livre II Eletiva da Faculdade de Educação
3º Semestre	**7º Semestre**
Álgebra I para Licenciatura Cálculo para Funções de Várias Variáveis I Introdução à Computação Introdução às Medidas em Física Política e Organização da Educação Básica no Brasil	Geometria III Metodologia do Ensino de Matemática I Experimentação e Modelagem Eletiva de Bloco Eletiva IME
4º Semestre	**8º Semestre**
Geometria e Desenho Geométrico I Cálculo para Funções de Várias Variáveis II Cálculo Numérico e Aplicações Mecânica para Licenciatura em Matemática Eletiva de Psicologia da Educação	Elementos da Teoria de Conjuntos Estágio de Vivência e Investigação em Gestão Escolar e Políticas Públicas Eletiva de Bloco Eletiva do IME II

CAPÍTULO 10

UMA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apesar do título deste capítulo trazer a palavra *análise*, não fazemos nele apenas uma análise de nossos resultados. Fazemos aqui, também uma re-apresentação dos resultados e trazemos algumas conclusões. Isso posto, o capítulo está dividido em quatro partes. Nas duas primeiras traçamos um movimento geral da disciplina de análise nos cursos da UNESP e da USP, uma espécie de síntese da descrição feita no capítulo anterior. Na terceira parte estabelecemos conexões entre os dois cursos e, finalmente, na quarta apresentamos a nossa análise dos resultados sob a óptica dos três pontos que observamos dos programas: objetivos, conteúdos e bibliografia.

O MOVIMENTO GERAL DA ANÁLISE NA FFCL DE RIO CLARO E NO IGCE DA UNESP

Na FFCL de Rio Claro, nos primeiros anos do curso, eram três as disciplinas de análise, que, por simplificação, podemos chamar de *Análise Matemática I*, *Análise Matemática II*, *Análise Matemática III*. Além dessas, havia uma quarta, chamada *Análise Superior*. As três primeiras, podemos dizer, tratavam essencialmente de conceitos da Análise, enquanto que a quarta, de Espaços Métricos e de Topologia. Seja como for, notamos que não só conteúdos que hoje chamamos de topologia constavam em disciplinas com o nome de *Análise Superior*, como também nas próprias disciplinas de *Análise Matemática* havia uma forte ênfase topológica. Pontos de topologia da reta e topologia geral eram recorrentes.

De um modo relativamente grosseiro, *Análise Matemática I* tratava de pontos de cálculo em uma variável real. *Análise Matemática II*, cálculo em várias variáveis e equações diferenciais. *Análise Matemática III*, variáveis complexas e integração. Por fim, *Análise Superior*, teoria dos conjuntos, espaços métricos e topologia geral.

Cerca de cinco anos mais tarde, temos um primeiro sinal do processo de algoritmização dos cursos de análise: a mudança de nome das disciplinas. *Análise Matemática I* passa a ser chamada *Cálculo Diferencial e Integral*. *Análise Matemática II*, *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais*, só citando as duas primeiras. Entre a metade da década de sessenta e o começo da década de setenta, começam a ser oferecidas disciplinas optativas cobrindo conteúdos de análise; esse é o segundo ponto a favor da nossa hipótese de tendência de algoritmização dos cursos de *Análise Matemática*.

Ainda sobre esse período anterior ao da década de setenta, pudemos notar que a preocupação com a construção dos reais nos cursos de análise não é fato atual. Já em *Análise Matemática I* isso acontecia e *Cálculo Diferencial e Integral* acompanhou. Outra questão que nos parece pertinente levantar é a ordem com que os conteúdos eram dados. Nem sempre se seguiu a ordem canônica *limites*, *continuidade*, *derivada*, *integral*. Em alguns anos *derivada* era vista antes de todos os demais e continuidade somente à época dos pontos de *integral*. Finalmente, é interessante notar que os *infinitésimos* ainda estavam presentes nas ementas das disciplinas de análise até o meio da década de sessenta, tanto para as funções de uma variável quanto para a de várias variáveis, o foco, no entanto, parecia claramente centrado em limites.

Já no início da década de setenta, com a separação das disciplinas anuais em semestrais, os conteúdos de *seqüências e séries* migraram para a disciplina de *Cálculo Avançado* que, ao nosso ver, pode ser considerada a primeira disciplina obrigatória específica de análise dada para o curso de licenciatura em matemática em questão. Não por acaso, em seu programa segue a seguinte observação: *revisão do cálculo diferencial e integral com mais ênfase no rigor e demonstração do teorema fundamental como Bolzano-Weirstrass*, *Heine-Borel, termo de função inversa, funções implícitas, teorema de Stokes geral etc*. Esse é, assim, nosso terceiro ponto a favor da hipótese da algoritmização dos antigos cursos de análise.

A bibliografia é o nosso quarto ponto: indicações comuns hoje em dia nos cursos de cálculo começam a aparecer nas disciplinas de *Análise Matemática* e sucessoras depois da segunda metade da década de sessenta e começo da de setenta. Paralelamente a isso, as obras mais comumente usadas em análise, antes nas obrigatórias, passam a figurar nas optativas de que falamos antes, bem como em *Cálculo Avançado*, citada no parágrafo anterior.

Convém destacar que se a primeira leva de disciplinas optativas de análise tratavam de conteúdos mais avançados dessa disciplina, a segunda, agora na década de setenta, já traz, em alguns casos, o corpo geral das disciplinas de análise como conhecemos atualmente. É o caso de *Tópicos de Análise* de 1974. É nessas disciplinas optativas também que começamos a ver referências de autores brasileiros tão comuns hoje em dia, como os livros de Elon Lajes Lima, Djairo de Figueiredo e Geraldo Ávila.

Com o curso já sob a responsabilidade do IGCE da UNESP, temos o movimento descrito anteriormente chegando a seus passos finais. São oferecidas em 1978 as primeiras disciplinas obrigatórias de análise no curso, agora vias de fato (*Cálculo Avançado* nós é que a entendemos como tal). A primeira delas, de oitavo período, para o currículo de 1975, iniciava-se em *integração* e parecia complementar os conteúdos vistos em *Cálculo Avançado*, oferecida no terceiro período. Para aquela turma, assim, tinha-se o par *Cálculo Avançado* e *Análise Matemática* como aquelas cujo mister era dar um tratamento mais rigoroso aos conteúdos do cálculo. A segunda, de segundo período, constante no novo currículo, retoma basicamente todo o programa de *Tópicos de Análise*, a optativa de 1974. É justamente esse programa que vai perdurar no curso, quase que sem nenhuma modificação, até 1993.

Após 1993, em suma, a disciplina apenas se desmembra em duas, *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II*. A primeira delas tratando de *números reais*, *seqüências de números reais*, *séries numéricas*, *limites de funções*, *funções contínuas*, *derivadas* e *fórmulas de Taylor e Aplicações*. E na segunda, *integral de Riemann, integração e derivação* e *seqüências e séries de funções*. E o processo finda aqui, visto ser esse o quadro geral da disciplina de análise no curso de licenciatura em matemática do IGCE da UNESP até hoje.

Na Figura 27 temos um diagrama que ilustra o movimento das disciplinas desde as três primeiras *Análise Matemática I*, *Análise Matemática II* e *Análise Matemática III* e *Análise Superior*, na FFCL de Rio Claro, até o momento final com as duas *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II* no IGCE da UNESP. Semelhantemente, na Figura 28 trazemos também essa trajetória, porém focada apenas nas disciplinas *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II* da FFCL de Rio Claro.

Figura 27 – Trajetória das disciplinas de Análise do curso de matemática da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP.

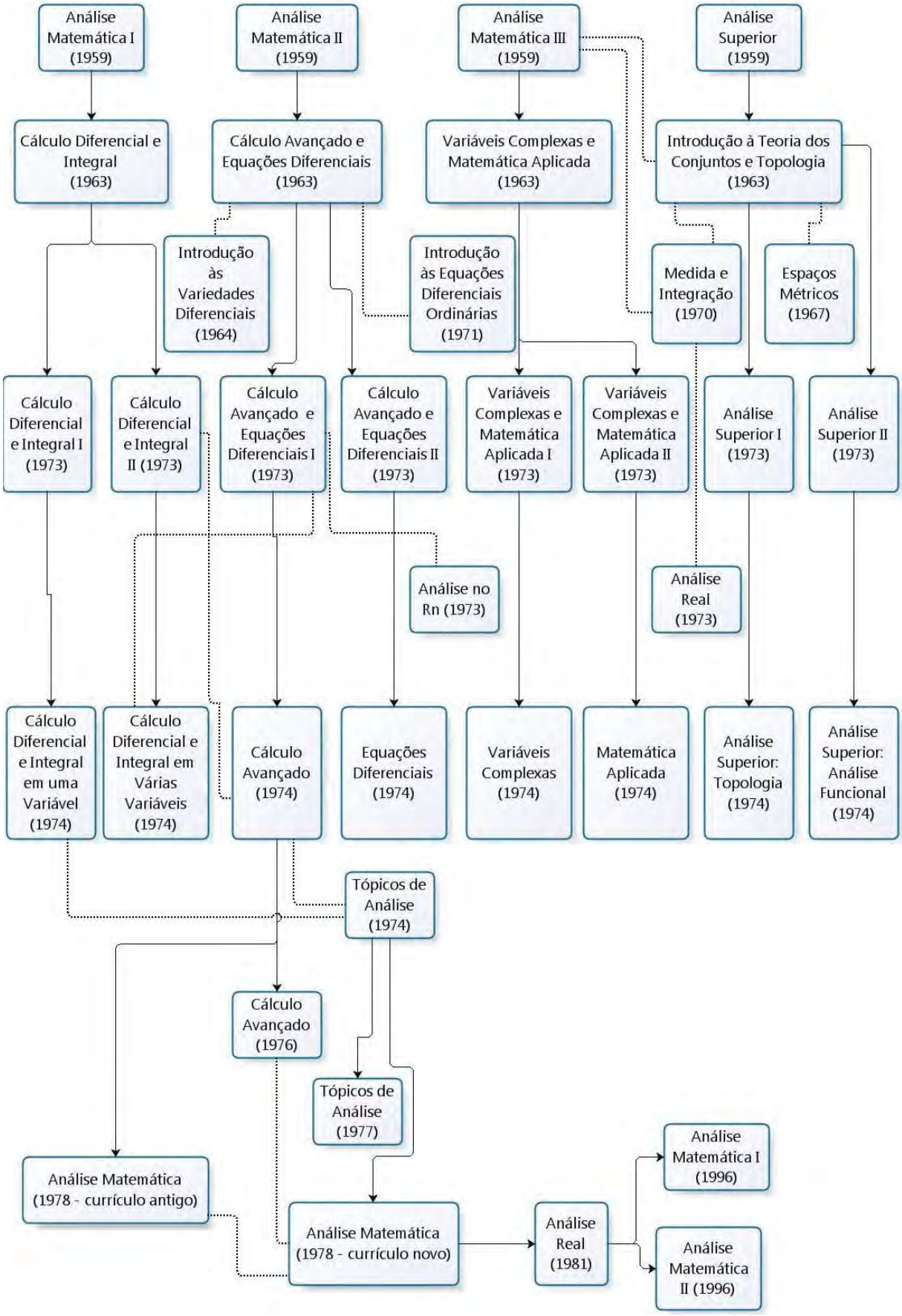
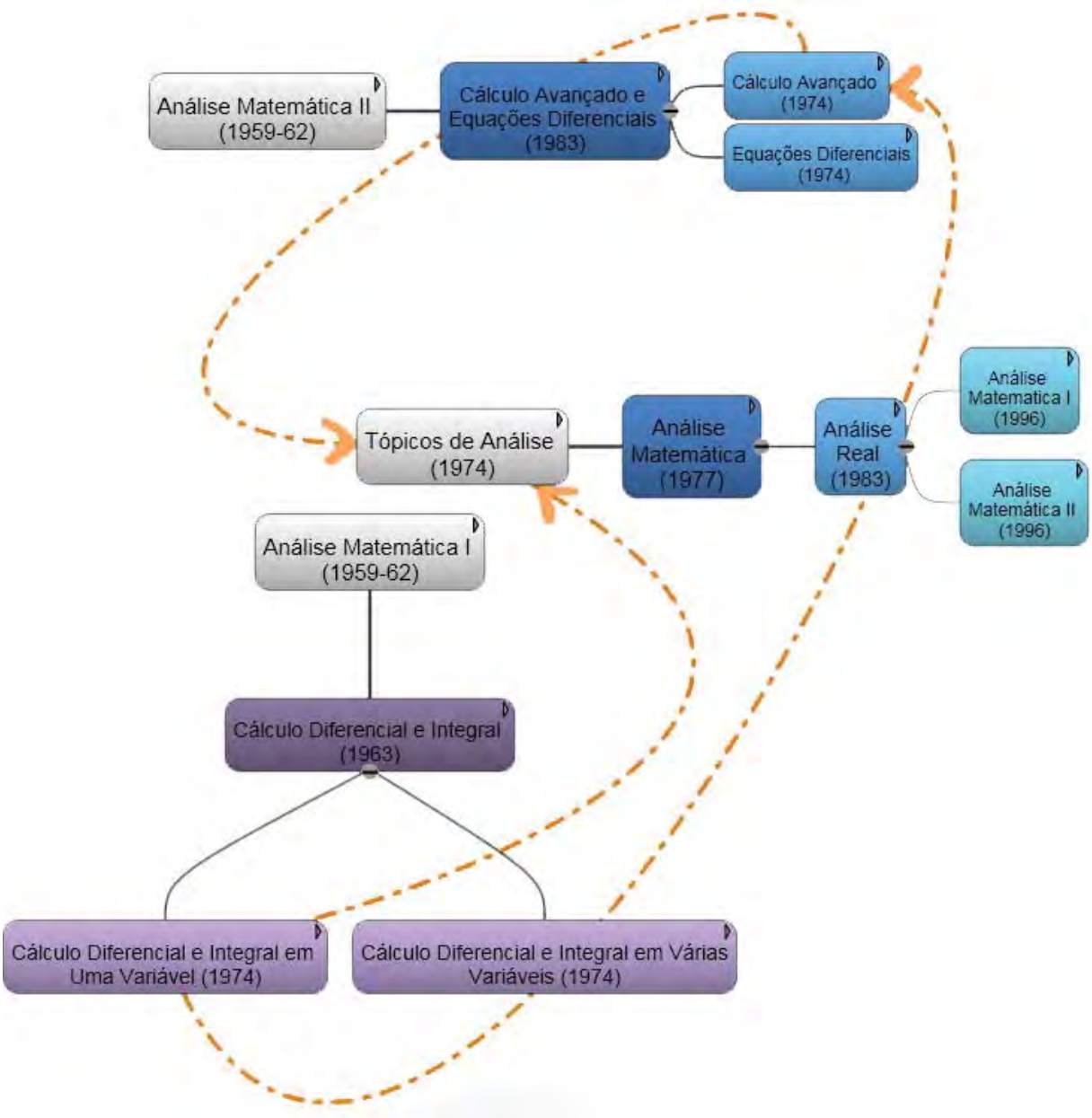


Figura 28 – Trajetória das principais disciplinas de Análise da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP



O MOVIMENTO GERAL DA ANÁLISE NA FFCL E NO IME DA USP

Na FFCL da USP, eram três as disciplinas de análise nos primeiros anos do curso. A primeira delas, que chamaremos *Análise Matemática I*, era uma disciplina muito abrangente, tratava de conteúdos do cálculo diferencial e integral em uma e mais variáveis, geometria analítica, álgebra linear, equações diferenciais e variáveis complexas. Nas duas outras haviam apenas indicações mais gerais e a terceira tinha um caráter essencialmente monográfico.

O tratamento dado nessas disciplinas de análise nesses anos inicias era analítico. É particularmente curioso esse fato visto que a quantidade de conteúdos abarcados no programa de *Análise Matemática I* era enorme. Em linhas gerais é possível dizer que essa primeira disciplina de análise da FFCL da USP tratava de todos os pontos das três disciplinas de análise da FFCL de Rio Claro. Conforme frisamos no capítulo anterior, essa hipótese do tratamento analítico vem justamente das notas de aula do Prof. Luigi Fantappiè e de Omar Catunda, docentes dessas disciplinas à época.

Alguns anos mais tarde, pouco a pouco os conteúdos de *Análise Matemática I* foram se distribuindo para os demais anos de tal disciplina, que perderam seu caráter mais geral ou monográfico. Em 1942, por exemplo, *Análise Matemática II* contava com pontos de *números complexos*, *integrais múltiplas* e parte do conteúdo de *séries*, anteriormente vistos no primeiro ano. É em 1942 também que surge uma disciplina chamada *Análise Superior,* que em seus primórdios tratava de geometria diferencial e equações diferenciais. Anos mais tarde, ficaria consolidada como uma disciplina de conteúdo topológico, sendo que em alguns anos nela eram tratados pontos da teoria da medida e integração de Lebesgue.

Na década de cinqüenta, a distribuição dos conteúdos que estavam concentrados em *Análise Matemática I* é intensificada. Em 1951, há três anos de *Análise Matemática* e dois de *Análise Superior*. É precisamente nos programas desse ano que podemos começar a notar o processo de algoritmização dos cursos. Em *Análise Matemática II* já existem pontos de revisão de conceitos vistos no primeiro ano da disciplina. Dois anos mais tarde, é curioso destacar a existência de um quarto ano da disciplina tratando de pontos de geometria. Essa disciplina logo deixa de fazer parte da grade.

Já no fim da década de cinqüenta, mais precisamente em 1959, vemos os conteúdos de revisão de *Análise Matemática II* ganharem mais corpo, aprofundando assim o processo de algoritmização do primeiro ano da disciplina. Na realidade, pudemos observar uma tendência geral do que podemos chamar de *deslocamento à direita* do tratamento analítico dos cursos. Ou seja, pouco a pouco o tratamento algorítmico dos conteúdos parece ter ficado centrado no primeiro ano de *Análise Matemática* ao passo que o analítico nas disciplinas do segundo, terceiro ano e também *Análise Superior*. Isso ficaria mais claro na metade da década de sessenta, com o surgimento das disciplinas *Cálculo Infinitesimal*, *Equações Diferenciais*, *Cálculo Avançado* e *Funções Analíticas*.

Três anos antes, em 1965, *Análise Matemática* já havia tido sua denominação alterada para *Cálculo Infinitesimal*, porém sem diferenças em seus programas. Um ano depois

extingue-se o terceiro ano de *Cálculo Infinitesimal* e alguns conteúdos são rearranjados e outros, estranhamente, somem, como os de variáveis complexas. *Desse* prelúdio, assim, deu-se a separação que citamos no parágrafo anterior, inclusive mais clara se olharmos para as disciplinas de 1965 e não de 1966.

Cálculo Infinitesimal é a precursora das disciplinas de cálculo anos mais tarde completamente consolidadas no IME da USP. *Cálculo Avançado* é, ao nosso ver, a precursora mais próxima de uma disciplina específica de Análise. *Equações Diferenciais* e *Funções Analíticas* já tinham um corpo muito semelhante ao das atuais disciplinas de *Equações Diferenciais Ordinárias* e *Variáveis Complexas*.

Já no IME, a separação do cálculo da análise (e até mesmo da análise da topologia) é bem mais evidente: os licenciandos contavam com disciplinas específicas. Em 1971, destacamos *Introdução à Análise* e *Funções Analíticas*. A segunda, muito parecida com a de mesmo nome oferecida nos últimos anos da FFCL, e a primeira, conforme já citamos, vinda do *Cálculo Avançado* e também do *Cálculo Infinitesimal*.

Essas duas disciplinas sofreram poucas alterações. *Introdução à Análise* ainda mantinha um forte apelo topológico até pelo menos 1986, quando já é chamada *Introdução à Análise Real* (sua denominação foi alterada três anos antes). Nesse ano, seu programa perde o apelo topológico e já tem fortes semelhanças com a estrutura geral de um curso de análise nos moldes atuais. Em 1994 a disciplina passa a contar com alguns pontos que antes estavam presentes em *Introdução à Análise Complexa* (anteriormente *Funções Analíticas*, mudou de denominação também em 1983). Então volta a ser chamada apenas *Introdução à Análise*.

De certo modo, em 2002, com a redução dos conteúdos de *Introdução à Análise*, encerra-se, por ora, uma segunda tendência observada nas disciplinas de análise nesse curso de licenciatura: a sucessiva diminuição dos conteúdos tratados com rigor. Voltaremos a falar disso quando tratarmos mais especificamente dos conteúdos. Por fim, o movimento geral descrito pode ser visualizado também na Figura 29.

ESTABELECENDO CONEXÕES ENTRE OS DOIS CURSOS

Tanto no curso de matemática da FFCL da USP quanto no da FFCL de Rio Claro, podemos dizer que as disciplinas de *Análise Matemática* claramente mostravam-se uma espécie de eixo condutor do curso até então, não por acaso, abarcavam diversos conteúdos

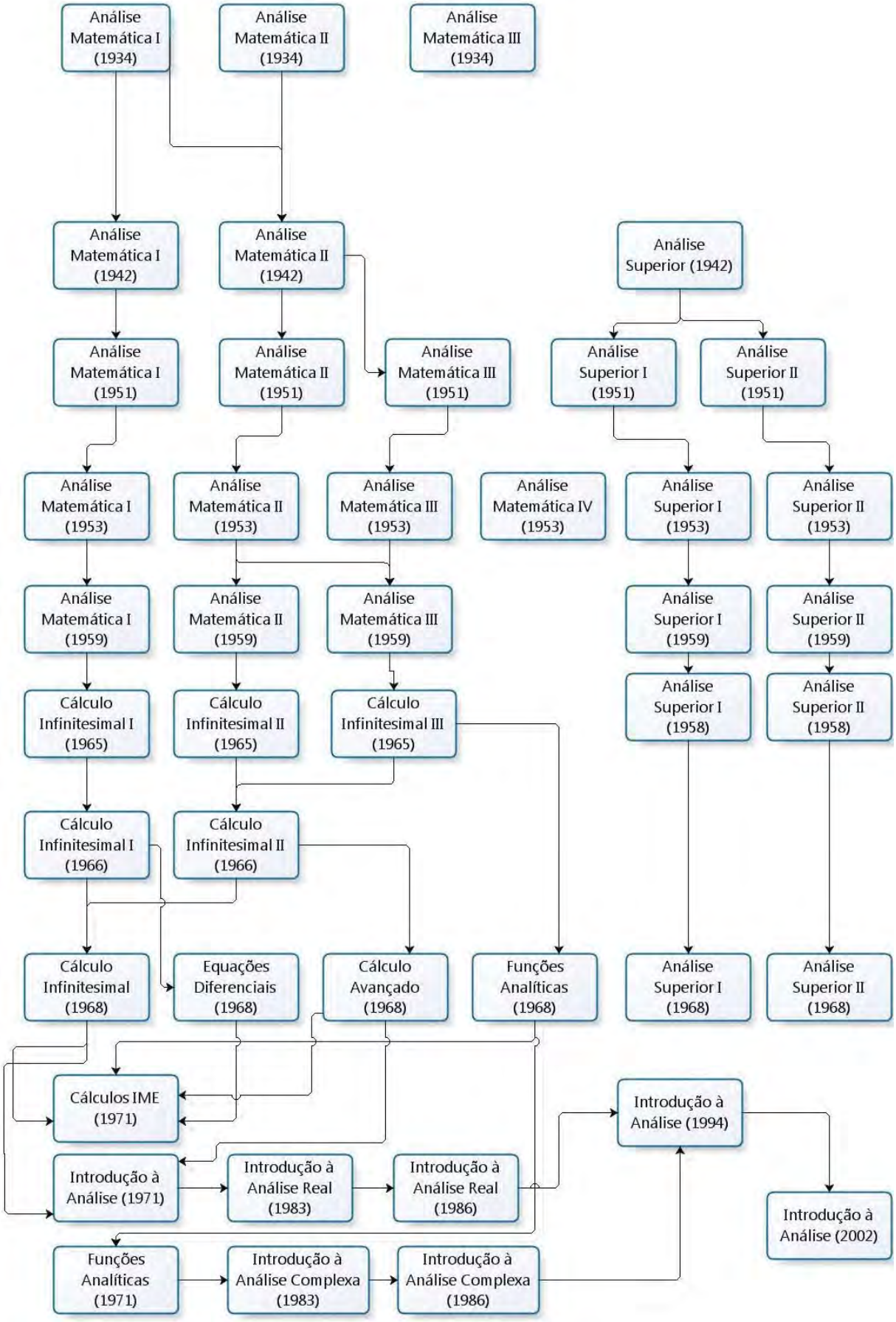
como cálculo em uma e várias variáveis, equações diferenciais, variáveis complexas, álgebra linear e topologia. Conforme vamos esclarecer logo mais, o movimento da disciplina nas duas instituições seguiu basicamente a mesma linha, a menos de questões pontuais e temporais, em geral as modificações primeiro aconteciam no curso da USP para depois aparecerem no da FFCL de Rio Claro, com exceções.

Na USP, observamos um início de tendência de especialização do ensino de análise a partir da década de quarenta, com a criação da cadeira de *Análise Superior*, e, de forma acentuada na década seguinte, onde já se nota que os conceitos da análise parecem estar mais focados nas disciplinas de *Análise Matemática* do segundo e terceiro anos, e *Análise Superior* do quarto, enquanto que a parte algorítmica parece mais forte no primeiro. Esse movimento fica mais claro na década de sessenta, primeiramente com a separação da cadeira de *Análise Matemática* em *Cálculo Infinitesimal* e *Equações Diferenciais* e depois com o surgimento da disciplina de *Cálculo Avançado*. Finalmente, na década de setenta, após a reforma universitária, a separação do cálculo da análise é, de certo modo, efetivada; e, em seguida, da análise da topologia, quando, na década de oitenta, esta deixa de tratar de conteúdos daquela.

No curso da FFCL de Rio Claro o movimento foi semelhante. Salvo diferenças pontuais, conforme já dissemos, podemos notar que de modo geral as modificações ocorridas no curso da USP anos mais tarde aconteciam também no da FFCL de Rio Claro.

Assim sendo, observamos nesse curso também o processo de algoritmização das antigas disciplinas de análise, observado através do oferecimento de disciplinas optativas específicas, bibliografia cada vez mais próxima das dos cursos de cálculo e a presença de tópicos de revisão com aprofundamento em *Cálculo Avançado*. Dessa forma, o tratamento mais analítico pouco a pouco foi se concentrando no *Cálculo Avançado* e nas optativas, até culminar na separação total do cálculo da análise, no fim da década de setenta, portanto quase dez anos depois do processo semelhante na USP, com o oferecimento da primeira obrigatória específica de análise, vias de fato. Por outro lado, o que chamamos de separação da topologia da análise (leia-se, os cursos de análise deixarem de ter um apelo mais topológico), aconteceu mais cedo na FFCL de Rio Claro e no IGCE que na USP. De fato, à época do oferecimento da primeira obrigatória de análise, a disciplina já tinha a estrutura muito parecida com a dos cursos de análise de hoje em dia, já na USP isso aconteceria apenas depois da metade da década de oitenta.

Figura 29 – Trajetória das disciplinas de análise da FFCL da USP até o IME da USP.



Esse movimento de algoritmização dos antigos cursos de análise e especialização do ensino dessas três disciplinas, quais sejam, cálculo, análise e topologia; parece ter relação com o próprio processo de institucionalização da Análise Matemática no Brasil, conforme descrito por Toledo (2008)[116]. Em seu estudo, o pesquisador aponta que até meados da década de sessenta, o campo de investigação em Análise no País não estava dissociado das pesquisas matemáticas em geral. O caráter mais específico dessa área se daria apenas nas décadas de sessenta e setenta. Podemos, assim, notar uma coincidência de tempos que pode indicar uma espécie de processo dinâmico onde a especialização da área de Análise se reflete no ensino dessa, com conseqüências claras para as disciplinas que tratam dela. Também, agregando-se esses fatos aos nossos resultados, não nos parece estranho ter disciplinas de análise tratando de conceitos que, hoje, possam nos parecer tão adversos à área, tampouco observar disciplinas de topologia sendo trabalhadas sob o nome de *Análise Superior*.

É interessante, ainda, destacar uma diferença básica que se deu entre os dois cursos depois do processo de especialização do ensino de análise. Enquanto que no curso da UNESP as disciplinas de análise mantiveram um núcleo comum com o bacharelado (*Análise Matemática I* e *Análise Matemática II*), no curso do IME essa separação já era completa desde os primeiros anos do curso nessa unidade (1971).

Portanto, os resultados que apresentamos, bem como o acima exposto, nos permitem observar que embora o ensino de análise já estivesse presente no início do curso, o que entendemos por uma disciplina de análise hoje em dia só começa a ganhar forma na década de quarenta quando do oferecimento de tópicos específicos de análise no segundo ano de *Análise Matemática* e efetivamente se torna uma disciplina na década de sessenta, com *Cálculo Avançado*. Com relação aos seus conteúdos, esses, ao longo do tempo, sempre tiveram um caráter de retomada do cálculo, inclusive com relação à sua seqüência.

Isso posto, podemos dizer que no curso de matemática da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP não havia disciplinas específicas de análise ou de cálculo nas décadas de cinqüenta e sessenta, tendo sido essa separação efetivada após a década de setenta. De modo semelhante, os conteúdos de análise eram ensinados no curso de matemática da USP desde a sua criação em 1934, entretanto, o que entendemos por uma disciplina de análise hoje em dia só começa a ganhar forma na década de quarenta e efetivamente compõe a grade do curso na década de sessenta. Além disso, em ambos os cursos, os conteúdos trabalhados nos atuais

[116] TOLEDO, B.. **Uma História do Processo de Institucionalização da Área da Análise Matemática no Brasil.** 2008. 312 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2008.

cursos de análise, bem como a sua seqüência, foram herdados daqueles primeiros cursos que indistintamente tratavam do cálculo e da análise e não sofreram maiores transformações ao longo dos anos. Também, uma vez estabelecidas as disciplinas específicas de análise na década de setenta, sua estrutura geral pouco se alterou até os dias de hoje.

OBJETIVOS, CONTEÚDOS E BIBLIOGRAFIA

Conforme explicitamos em nossos *Procedimentos Metodológicos*, a nossa análise dos programas das disciplinas de análise está centrada em três pontos: *objetivos*, *conteúdos* e *bibliografia*. Tanto na nossa descrição do capítulo anterior quanto nos itens anteriores desse, já fizemos menções a esses pontos. Entretanto, considerando-se são que eles o fio condutor da nossa análise, julgamos cabível destacá-los frente às demais considerações já feitas.

Encontramos dificuldades em obter os *objetivos* das disciplinas de análise, pois esse campo nem sempre esteve presentes nos programas dessa disciplina. No caso da USP, só o encontramos após a reforma universitária e a transferência do curso de matemática para o IME. Dessa forma, para o período que vai de 1934 até 1970, não temos nenhuma informação a respeito. Para o curso da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP, há pouca uniformidade. Em alguns programas mais antigos encontramos os *objetivos*, enquanto que em alguns mais novos, não. Seja como for, com o passar dos anos, a freqüência com que esse campo apareceu foi sucessivamente maior. O nosso objetivo ao querer analisar os *objetivos* das disciplinas de análise era verificar a questão da preocupação com a formação de professores de matemática e também procurar indícios da importância de tal disciplina nessa formação.

No curso da FFCL de Rio Claro e do IGCE da UNESP, não encontramos nenhuma justificativa que contemplasse a questão da importância da disciplina de análise para a formação do professor de matemática, além disso, sequer a questão da formação do professor é citada alguma vez. O campo *objetivos*, na realidade, pouco se alterou, sempre falando apenas da questão da formação do matemático (profissional) ou da retomada com mais rigor de conceitos do cálculo diferencial e integral. A citação da formação do matemático, ao nosso ver, denota uma maior preocupação do curso com a modalidade bacharelado em detrimento da licenciatura. Já a inércia, da pouca preocupação, em termos puramente práticos, com o item *objetivos*; mesmo em anos onde o programa como um todo sofria grandes alterações, os *objetivos* se mantinham os mesmos, *ipis literis*.

O quadro anteriormente descrito não difere muito do caso do curso da USP, onde também não encontramos nenhuma indicação mais clara da importância de uma disciplina de análise para a formação do professor. Porém, muitos programas das disciplinas *Introdução à Análise* e *Introdução à Análise Real* ao menos citavam essa preocupação ao dizer, ainda que sem explicação, da importância da disciplina para o futuro professor secundário.

Com relação aos conteúdos, da mesma forma que, de um modo geral, a disciplina de análise veio de uma raiz comum a do cálculo, ou seja, aquelas primeiras disciplinas chamadas de *Análise Matemática*, os conteúdos da disciplina, em particular, também seguiram esse caminho. Dessa forma, se compararmos os conteúdos de *Análise Matemática I* e *Análise Matemática II* atuais do IGCE da UNESP com os primeiros cursos de análise ainda na FFCL de Rio Claro, notaremos poucas diferenças com relação à ordem e pontos tratados. Da mesma forma se o fizermos com o curso da USP. A única diferença mais marcante, e já frisamos isso, é a questão do tratamento topológico, muito mais acentuado nos primeiros anos desses cursos, e particularmente bastante presente no do IME até a década de oitenta.

Destarte, podemos dizer que a ordem geral e os pontos tratados nas atuais disciplinas de análise vêm daquelas antigas disciplinas de *Análise Matemática*, notadamente as do primeiro ano, que tratavam das funções de uma variável real. Isso pouco se alterou com o decorrer dos anos. Conteúdos como construção dos reais, muito em voga atualmente, estavam presentes desde essas primeiras disciplinas, apenas oscilando de ano a ano, ou seja, por vezes se mostravam presentes, por vezes não; saíam dos programas, anos depois, voltavam.

Até agora olhamos essa questão dos conteúdos sob o ponto de vista atual: temos um quadro geral dessa disciplina nos dias de hoje e estamos interessados em saber como os conteúdos caminharam até esse ponto. Podemos ver essa questão sob outro ponto de vista: que conteúdos tinham um tratamento analítico nos cursos de licenciatura em matemática?

Visto sob esse ângulo, a conclusão a ser tirada nos parece simples: esses conteúdos foram drasticamente reduzidos com o passar dos anos. De fato, nos primeiros anos dos dois cursos analisados, era dado um tratamento mais analítico não só aos pontos de funções de uma variável real, mas também a de várias variáveis, variáveis complexas, equações diferenciais. Até mesmo pontos de medida e integral de Lebesgue eram tratados. Com o tempo, à licenciatura foi deixada apenas o tratamento rigoroso das funções de uma variável, sendo aos demais dado apenas o tratamento algorítmico. Na realidade, esse movimento não foi exclusivo da licenciatura. De um modo geral, parece que os cursos foram ficando ano a ano mais "leves", tanto que alguns programas que encontramos nas décadas de trinta,

quarenta e cinqüenta hoje em dia são de disciplinas de pós-graduação, o mesmo vale para bibliografias indicadas, e nos ocuparemos de comentar isso agora.

A relativa inércia que descrevemos com relação aos *objetivos* e *conteúdos* também pode ser notada com relação à bibliografia. Muitas das referências utilizadas nos primeiros anos do curso ainda podem ser encontradas em ementas de disciplinas atuais, esse fato se torna mais evidente quando consideramos apenas as disciplinas específicas de análise. As obras mais comuns hoje em dia como as de Bartle, Rudin, Ávila, Elon e Djairo, começaram a ser adotadas logo quando tiveram as suas primeiras edições publicadas, pelo começo da década de setenta, e de lá para cá, mantiveram-se presentes nos programas das disciplinas.

Por fim, retomando a discussão iniciada há dois parágrafos quando falávamos dos conteúdos, observamos também, notadamente antes da década de oitenta, que uma boa parte das referências bibliográficas lá presentes hoje são indicações de disciplinas de pós-graduação. São os casos, por exemplo, de Widder, presente no mestrado em Matemática Universitária da UNESP de Rio Claro; e todas as referências das disciplinas (excetuando-se Goffmann e Pedrick) *Cálculo Avançado e Equações Diferenciais* e *Análise Superior: Análise Funcional* de 1967 da FFCL de Rio Claro, presentes na disciplina *Tópicos em Análise Funcional* do Mestrado em Matemática da Universidade Estadual de Maringá[117].

[117] DISCIPLINAS do Núcleo Comum do Curso de Mestrado Disponível em: <http://www.pma.uem.br/paginas/disicplinas/comum.html>. Acesso em: 09 nov. 2010.

CAPÍTULO 11

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma maneira geral, tanto na FFCL de Rio Claro, quanto na FFCL da USP, os primeiros cursos de *Análise Matemática* eram uma espécie de eixo condutor do curso de matemática. No curso de matemática do IGCE da UNESP, não havia disciplinas específicas de análise ou de cálculo nas décadas de cinqüenta e sessenta, tendo sido essa separação efetivada após a década de setenta. De modo semelhante, os conteúdos de análise eram ensinados no curso de matemática da USP desde a sua criação, entretanto, o que entendemos por uma disciplina de análise hoje em dia só começa a ganhar forma na década de quarenta e efetivamente compõe a grade do curso só na década de sessenta. Esse movimento se deu por meio do processo de algoritmização pelo qual passaram os primeiros cursos de Análise que, num primeiro momento cumpriam tanto a parte rigorosa quanto a algorítmica. Entretanto, a ênfase aparentemente dada era a analítica que, pouco a pouco se perdeu, migrando para as disciplinas optativas, até ser reincorporado novamente ao curso já em disciplinas específicas de análise. Paralelamente a isso, os antigos cursos de análise também paulatinamente foram se aproximando dos atuais cursos de cálculo.

Desta seção, *Uma Trajetória da Disciplina de Análise*, assim, concluímos algo que já tínhamos em mente e que, claramente guiou a nossa pesquisa (e que nos perdoem os fenomenólogos): a disciplina de análise está cristalizada. Expusemos no parágrafo anterior considerações mais gerais sobre isso, achamos conveniente e necessário, no entanto, retomar nestas conclusões também os três pontos que guiaram a nossa pesquisa, e que, em particular, também conformam a nossa hipótese: *objetivos*, *conteúdos*, *bibliografia*.

Os *objetivos*, *lacoverborrágicos*, a saber, ao mesmo tempo sucintos e vazios de sentido. No curso da FFCL de Rio Claro e da UNESP a questão da formação de professores

de matemática jamais é citada. No da USP, já no IME, é, porém sem aprofundamento algum. Seria possível substituir os termos *professor secundário* no objetivo *apresentar ou reapresentar com detalhes tópicos delicados de Cálculo Diferencial e Integral, importantes para o futuro professor secundário* por *engenheiro*, *matemático*, *físico* ou qualquer outro profissional da área de exatas (e quiçá de outras) que tudo continuaria a fazer sentido. Vemos nisso, no entanto, ao menos uma aparente preocupação em se justificar a presença dessa disciplina tão problemática no curso, o que já seria algo positivo.

Os *conteúdos*, a não ser por permutações em alguns anos e eventos isolados, herdaram seus pontos e ordem dos primeiros cursos de *Análise Matemática*, quer na USP, quer na UNESP, e assim se mantém até os dias de hoje. Entretanto, olhando-se sob um ponto de vista mais geral, qual seja, não dos conteúdos da disciplina de análise atual, mas das disciplinas de conteúdo analítico que foram ministradas para os cursos de licenciatura, a conclusão é outra: enxugamento. Ano a ano o tratamento analítico vem sendo restrito a cada vez menos conteúdos, juntamente com o processo de algoritmização dos cursos. De um estado inicial onde ele era dado não só às funções de uma variável, mas até variáveis complexas, passando por funções de várias variáveis, equações diferenciais, chegamos a um ponto onde, na UNESP, está restrito às funções de uma variável e no da USP, nem a isso: apenas alguns pontos mais 'importantes' é que são destacados.

A *bibliografia*, assim como os outros dois itens, pouco mudou. Nos anos iniciais havia uma predominância de obras estrangeiras que pouco a pouco foram substituídas por outras nacionais. A *bibliografia* também acompanhou o processo de algoritmização. Porém, em linhas gerais, as específicas de análise que depois surgiram, num primeiro momento sugam a bibliografia mais analítica dos cursos anteriores e depois incorpora as obras brasileiras de análise que surgiram mais ou menos à mesma época.

Destarte, em ambos os cursos, os conteúdos trabalhados nos atuais cursos de análise, bem como a sua seqüência, foram herdados daqueles primeiros cursos que indistintamente tratavam do cálculo e da análise e não sofreram maiores transformações ao longo dos anos. Também, uma vez estabelecidas as disciplinas específicas de análise na década de setenta, sua estrutura geral pouco se alterou até os dias de hoje, apesar das modificações políticas e filosóficas por que passaram os cursos de formação de professores de matemática nesse período de quase quarenta anos.

Uma vez que descrevemos as conclusões a que chegamos com o nosso trabalho feito, é hora de apontar as fragilidades do mesmo, ou seja, aquilo que não foi feito. O trabalho

documental, não considerou, por exemplo, projetos pedagógicos, não confrontou outras documentações que não os programas. Além desses dois pontos, se tivéssemos feito entrevistas com docentes ainda vivos ou mesmo com discentes das primeiras turmas, poderíamos ter recolhido outros dados relevantes para a nossa análise.

Dessa forma, algumas perguntas não foram respondidas como, por exemplo: em que medida os cursos iniciais de *Análise Matemática* foram perdendo seu caráter analítico e passaram a ter uma abordagem mais algorítmica; como isso foi recebido pelos professores e alunos, quais foram as influências externas para esse processo, de que maneira a licenciatura era vista com relação a isso; quais as relações desse processo com as dificuldades dos alunos nas disciplinas de análise; como os professores, em sala de aula, efetivamente trabalharam com essa dualidade de tratamentos, analítico e algorítmico, notadamente nos anos mais críticos de transição; quais os livros-texto eram adotados pelos professores nos anos iniciais dos cursos. Além desses, seria possível pensar em muitos outros.

Nosso trabalho também não foi horizontalmente expressivo. Apesar de nossa escolha conveniente de dois cursos de matemática relativamente expressivos e influentes dentro do cenário nacional das licenciaturas em matemática, eles não representam a total diversidade dos cursos de matemática sequer do estado de São Paulo, quanto mais de todo o Brasil, apesar, claro, de trazerem algumas diretivas gerais que certamente se confirmarão em outros cursos. Assim sendo, um estudo como o nosso, ou até mesmo mais abrangente que ele, pode (e deve?) ser realizado em diversos cursos de licenciatura, e não só do Brasil, o que ajudaria a ter um cenário mais global da trajetória da disciplina de análise.

Finalmente, um último ponto de fragilidade do nosso trabalho foram as nossas opções metodológicas. Um trabalho correlato ao nosso, Sanna (1999)[118], por exemplo, ao analisar a trajetória da disciplina *Administração Aplicada à Enfermagem*, utiliza de um referencial teórico fenomenológico, Martins e Bicudo (1983)[119]. Para nós parece claro, então, que outras opções metodológicas gerariam outros resultados. A possibilidade de uma releitura de nossos dados segundo outra abordagem, assim, não nos parece uma proposta a se descartar.

Apesar desse momento de quase *mea culpa*, frisamos que responder àquelas perguntas levantadas parágrafos atrás não era exatamente o nosso objetivo, que buscava mais traçar um

[118] SANNA, M. C.. A Evolução da Disciplina de Administração Aplicada à Enfermagem na Escola de Enfermagem da USP no Período de 1980 a 1995. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 33, n. 1, p.17-30, mar. 1999.

[119] MARTINS, I.; BICUDO, M. D. V. **A pesquisa qualitativa na psicologia**: fundamentos e recursos básicos. São Paulo, Moraes/EDUC, 1989.

panorama do movimento da disciplina com relação aos *objetivos*, *ementa* e *bibliografia*. Porém, trouxemos essas questões porque julgamos que são pontos convenientes que pesquisas posteriores podem tratar e que estão intimamente ligados com o nosso trabalho ora apresentado. Além disso, sempre estivemos cientes das limitações da escolha de nossa amostra, bem como as limitações de análise provenientes das nossas escolhas metodológicas. Fossem feitas outras opções, outras limitações teriam surgido. Mostramos assim, com nossas colocações sobre as limitações de nosso trabalho, não só alguns pontos que enxergamos que não fizemos, mas demos também indicativos do que ainda poderá ser feito daqui por diante: considerar outras fontes, ampliar a amostra, reler os dados segundo outro aporte teórico.

As contribuições nossas, em particular, para o projeto maior *A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de Matemática* e, de um modo geral, para o campo que denominamos *ensino de Análise*, parecem-nos, assim, bem delimitadas; assim como também as falhas e o que ainda pode ser feito. As questões estão lançadas.

EPÍLOGO

DOIS MOMENTOS NUMA PESQUISA

Epílogo é geralmente a parte de um texto, ou em particular de trabalhos acadêmicos, onde se encontram as suas conclusões. Aqui, o papel fundamental desta parte do nosso trabalho é conectar as nossas duas seções anteriores. Buscaremos nessa tarefa reinterpretar as conclusões de uma em função da outra, e vice-versa, formando assim uma espécie de terceiro eixo que emerge das duas partes. Porém, além disso, traremos também os nossos *Arremates*, que, no entanto, não devem trazer maiores novidades com relação às considerações finais já feitas em cada uma das seções.

REINTERPRETANDO OS RESULTADOS DAS SEÇÕES

Na primeira seção, *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, mapeamos, apresentamos e analisamos um conjunto de onze trabalhos. Dessa análise surgiram quinze *pontos críticos* comentados e questionados naquela seção.

Na segunda seção, *Uma Trajetória da Disciplina de Análise*, traçamos um panorama do caminho seguido por essa disciplina em dois cursos de licenciatura em matemática do estado de São Paulo. O nosso interesse esteve focado nos programas oficiais da disciplina, notadamente nos seus *objetivos*, *conteúdo* e *bibliografia*.

Assim sendo, julgamos interessante fazer novas reflexões sobre os quinze pontos *críticos* da primeira seção levando em conta os resultados que trouxemos na segunda. Mesmo as duas partes do trabalho tendo encaminhado de modo independente, com objetivos diferentes, acreditamos que a segunda seção traz contribuições interessantes para as reflexões

feitas na primeira. Por outro lado, não podemos negar que as reflexões da primeira seção também, de algum modo, influenciaram a análise dos dados da segunda, pois trouxeram dicas de que pontos, além dos *objetivos*, *ementa* e *bibliografia*, olhar nas grades das disciplinas de análise. Isso posto, comecemos.

Números Reais. O movimento de oscilação desse conteúdo nos programas de análise que tínhamos apontado através do trabalho de Lima (2006) foi confirmado em nossa pesquisa documental. A preocupação com esses conteúdos, conforme já apontava Lima, não é nova. Nos programas de *Análise Matemática* de 1934 da FFCL da USP eles já tinham seu espaço, o mesmo acontecendo com a disciplina homônima da FFCL da UNESP em 1959. Além disso, ano a ano, conteúdos de conjuntos numéricos, ou mais particularmente números reais, estiveram ora presentes, ora ausentes dos programas das disciplinas de análise. Já nos dias atuais, tanto o curso da UNESP quanto o da USP contemplam em suas disciplinas de análise um ponto dedicado ao estudo dos reais. Resta saber com que abordagem isso é feito, ou seja, se o conjunto é construído ou admitido como corpo ordenado completo.

As Relações entre o Cálculo e a Análise. Uma das discussões que levantamos nesse item foi: é necessário saber cálculo para aprender análise? Apontamos as pesquisas de Lima (2006) e Silva (2006) que já traziam dados mostrando que durante algum tempo na USP não havia disciplinas específicas de cálculo, as que haviam tinham um tratamento essencialmente analítico. A nossa pesquisa confirmou esse fato, e mais, mostrou que esse quadro perdurou por muito tempo: até pelo menos o fim da década de sessenta na USP e meio da década de setenta na UNESP. Até que a separação definitiva das disciplinas, que claramente não ocorreu de forma abrupta, houve um movimento lento de algoritmização e condução do tratamento analítico para disciplinas de fim de curso ou optativas. Seja como for, podemos dizer que por muito tempo as duas disciplinas 'coexistiram', o que não só torna de certo modo natural a confusão que existe entre elas até hoje, como abre um precedente interessante sobre o qual refletir: por que não voltar a ensiná-las em conjunto?

Cálculo Infinitesimal e Análise não-Standard. Assim como o cálculo e a análise "coexistiram" nos cursos de licenciatura em matemática por muito tempo, também notamos isso com relação às abordagens centradas nos limites ou infinitésimos. Na realidade, a nossa pesquisa mostrou que desde a década de trinta os conceitos já eram trabalhados segundo a abordagem dos limites, entretanto, pontos sobre infinitésimos continuaram a ser ensinados até pelo menos o fim da década de sessenta na FFCL da UNESP; quando *Cálculo Diferencial e Integral* deixou de abordá-los, e começo da de setenta na USP; quando do desmembramento

da FFCL e criação do IME e as disciplinas de cálculo e de análise, já separadas, não mais tratavam deles.

A Formação do Professor de Análise. A reflexão que a segunda seção do nosso trabalho trouxe a essa questão é indireta. Não encontramos nenhum dado novo especificamente sobre isso, entretanto, se nossa pesquisa documental pareceu-nos pertinente para investigar questões sobre a formação dos professores de matemática da educação básica, no caso, formação em Análise, não caberia um estudo semelhante nos cursos de pós-graduação em matemática que são, afinal, os que formam os professores universitários dessa disciplina? E mais, da mesma forma que procuramos estabelecer comparativos entre o bacharelado e a licenciatura, essa pesquisa que sugerimos poderia fazê-lo com relação aos programas de matemática e educação matemática. Como tem sido essa formação ao longo dos anos? Os programas de matemática ou de educação matemática (ou educação, ou ensino de ciências e matemática) têm condições de formar um bom professor de análise?

Livros Didáticos de Análise. O cerne da nossa discussão com relação a esse ponto foi: para quem os livros de análise são direcionados? Há muitas formas de se conduzir essa pergunta, como *aluno* versus *professor*, conforme aborda Baldino em Reis (2001), ou mesmo *bacharelado* versus *licenciatura*, que é a que faremos aqui. Embora já nos parecesse evidente que os livros atualmente usados sejam dirigidos para o bacharelado, à exceção do *Análise para Licenciatura* de Geraldo Ávila, a nossa pesquisa deu um ponto a mais para essa hipótese: os livros que já vinham sendo usados há muito tempo para ambas as modalidades e aqueles que depois surgiram claramente direcionados para o bacharelado são os que ficaram nas grades dos cursos de licenciatura até hoje. Nessa medida, a atitude mais inovadora foi mesmo a de Ávila com o seu livro específico, entretanto, conforme já apontamos, seu livro parece não ter sido muito bem aceito e na nossa pesquisa, ele sequer aparece como indicação.

Bacharelado e Licenciatura. Os cursos de matemática da UNESP e da USP guardaram semelhanças e diferenças com relação a esse ponto. Por um lado, ambos mantiveram aquilo que poderíamos chamar de *grade de análise*, ou seja, o conjunto de disciplinas de análise, exatamente igual para as duas modalidades até meados da década de setenta, pelo menos no que diz respeito às disciplinas obrigatórias. Por outro lado, o movimento de separação entre as modalidades na USP não só aconteceu mais cedo, já em 1971, como desde o princípio foi total: bacharelado e licenciatura sem nenhuma disciplina de análise em comum. No curso da UNESP, até hoje as duas modalidades cursam duas disciplinas de análise conjuntamente, ao bacharelado ficam duas outras, que tratam de funções de várias variáveis. Na USP,

licenciandos tem uma disciplina de análise, bacharelandos duas, nenhuma em comum. Qual seria o melhor modelo? Uma disciplina comum com desmembramento ou separação total? Havendo uma ou algumas comuns, como deveria ser a abordagem? Tradicional voltada para o bacharelado como o curso da UNESP? Uma abordagem diferenciada que atendesse às necessidades comuns das duas modalidades?

Seja como for, a discussão que iniciamos sobre a necessidade de especificidade para a licenciatura ganha novos contornos se consideramos o curso do IME. Por lá, além da disciplina de análise, também as de cálculo e álgebra são dadas separadamente do bacharelado. Isso é proveitoso? É necessário? Não caberiam a essas disciplinas as mesmas reflexões que fizemos com relação à análise? Há pesquisas sobre isso?

Dificuldades com o Cálculo e a Análise e o Ensino Anterior. Assim como no item *Formação de Professores de Análise*, acreditamos que a maior contribuição da nossa pesquisa para esse ponto tem a ver com o seu tipo. Seria possível e acreditamos interessante, analisar historicamente quais conteúdos tem sido tomados como pré-requisitos para o ingresso do aluno numa disciplina de análise. Uma pesquisa documental como a nossa traria boas respostas. Até a década de setenta, quando não se tinha disciplinas específicas de cálculo e de análise, que conteúdos eram ensinados no ensino médio (secundário)? Com que bagagem os alunos chegavam às universidades nas décadas de quarenta, cinqüenta e sessenta para cursar uma disciplina de análise logo no primeiro ano?

O que a nossa pesquisa mostrou é que o cálculo nem sempre foi pré-requisito para a análise, e, em termos mais gerais, a posição dessa disciplina na grade do curso de licenciatura foi alterada muitas vezes com o decorrer dos anos. Já esteve presente logo no início, meio e atualmente costuma estar localizada mais para o fim. Essa foi uma opção necessária ou apenas uma opção possível? Ou seja, quais os motivos sólidos que baseiam a decisão de se deixar a disciplina 'aqui' ou 'lá'? As dificuldades não podem ser, já que elas vêm de muito tempo, com a disciplina estando em todo lugar da grade, donde se formos levá-las em consideração, o melhor lugar da disciplina mesmo seria fora da grade. E, claro, cabe cautela nesse ponto.

Os Conteúdos da Disciplina de Análise, sua Seqüência e Abordagem. A nossa pesquisa mostrou que os conteúdos da disciplina de análise, bem como a sua ordem, pouco se alteraram da década de trinta até os dias de hoje. O que aconteceu foi um enxugamento dos conteúdos e em alguns momentos uma certa permuta na ordem clássica *limites*, *continuidade*, *derivada* e *integral*. Seria interessante analisar de que maneira essa permuta se deu; como efetivamente era feita. Se o tratamento dado nos cursos era rigoroso e ela acontecia, mostra

que é uma possibilidade factível, e que, ao nosso ver, pode trazer contribuições importantes para a discussão sobre os conteúdos que devem fazer parte de uma disciplina de análise para licenciatura e a ordem com a qual devem ser tratados.

Com relação ao enxugamento, as nossas observações sobre esse fato iniciaram-se nos trabalhos de Silva (2006) e Lima (2006) e se confirmaram na nossa segunda seção. Nos primeiros anos dos cursos de matemática analisado, via-se com rigor conteúdos de funções de uma variável, várias variáveis, variáveis complexas, equações diferenciais e até mesmo conteúdos de medida e integração de Lebesgue. Com o passar dos anos, para a maioria dos conteúdos ficou reservada apenas a parte algorítmica, para outros, nem isso. Isso aconteceu por inadequação da época ou essa inadequação está acontecendo agora? Não é um discurso corrente que vivemos num mundo matematizado e que cada vez mais as pessoas precisam saber matemática? Por que, então, aparentemente, aprende-se cada vez menos matemática justamente nos cursos de... matemática e, em particular, nos de formação de professores de matemática, que são aqueles que, teoricamente, passarão parte do conteúdo adiante?

A Armadilha do Ensino de Análise. Acreditamos que a preocupação com o papel da disciplina de análise na formação de professores, no caso específico da nossa pesquisa, é visível de duas formas: através dos *objetivos* da disciplina e da sua especificidade com relação ao bacharelado. Sobre o primeiro ponto, conforme já relatamos, a questão da formação do professor não é citada nenhuma vez no curso de matemática da UNESP. No caso do da USP, isso acontece, mas é apenas pontual. Ainda nesse curso, o fato de existir uma disciplina exclusiva de análise para a licenciatura mostra que o fato dela estar lá não é só por questões de economia de recursos humanos (ainda que achemos discutível essa necessidade de separação). Mais a mais, outro elemento que poderia trazer informações interessantes para essa discussão seria os projetos pedagógicos dos cursos de matemática. Como eles têm tratado a questão da disciplina de análise na formação do professor? Esses projetos são relativamente novos na história dos cursos, daria para fazer uma pesquisa horizontal, a saber, uma pesquisa que contemplasse vários cursos, relativamente abrangente com relação a eles.

Avaliação em Análise. Infelizmente, o item sobre *métodos de avaliação* nos programas das disciplinas de análise é algo relativamente atual. Ainda assim, mesmo nos programas mais novos, não o encontramos nos da USP, por exemplo. Nos da UNESP, naqueles onde há, o que consta é o notório: provas escritas. O método tradicional, como era de se esperar, é também o recomendado numa das mais tradicionais disciplinas matemáticas: a análise. Antes de fazer uma caça às bruxas, no entanto, ainda que se pese a parte afetiva levantada por Bortoloti

(2003), há de se pensar se esse método não é realmente o mais eficaz dentro dos que já se imaginou. E ainda que seja, novamente precisamos ter claros os objetivos da disciplina: eficaz para quê? Nos moldes do que já sugerimos para outros itens, uma pesquisa histórica sobre os métodos de avaliação usados nas disciplinas de análise pode trazer elementos esclarecedores para algumas das nossas questões, além, é claro, de possíveis alternativas. Já nos dias de hoje, uma pesquisa com professores de análise nos mesmos moldes, também. Quais são os métodos usados nos atuais cursos de análise?

O Ensino de Análise e a Influência Estrangeira. Dos dois cursos que analisamos, podemos dizer que a influência estrangeira foi mais marcante no da USP, ao menos diretamente. Fazendo uma conjunção de fatos, vemos que os programas de análise no começo da década de quarenta e início da de sessenta sofrem considerável modificação. Pois a essa época que Fantappiè regressou à Itália e a USP recebeu professores integrantes do grupo Bourbaki. Não podemos dizer com máxima segurança que esses fatos é que acarretaram as mudanças citadas, porém essa é uma possibilidade que não deve ser descartada. Por outro lado, já quase no fim da década de sessenta, os próprios documentos oficiais da FFCL da USP apontam que com a aposentadoria de Catunda, a cadeira de *Análise Matemática* é dividida em *Cálculo Infinitesimal* e *Equações Diferenciais*. Assim sendo, acreditamos que a influência dos professores das disciplinas de análise, pelo menos até a década de setenta, era bastante marcante. Soma-se a isso a nossa exposição inicial sobre Fantappiè e o grupo Bourbaki, e então temos bons elementos para acreditar que uma pesquisa que trate de desvelar a influência dos professores estrangeiros, ou mesmo de idéias estrangeiras sobre professores brasileiros (como no caso de Catunda que fez estágio nos EUA), na estruturação da disciplina de análise, e de um modo geral no ensino de análise, seria muito rica.

Formalismo e a Análise. Parece que a concepção formalista da matemática e o processo de aritmetização da Análise, em certo sentido, confundem-se. Assim, uma vez que esse processo influenciou fortemente o ensino dessa disciplina, é razoável supor que a concepção formalista sempre tenha sido a que esteve em voga no ensino de análise. Entretanto, parece-nos salutar entender de que maneira isso aconteceu, do ponto de vista do ensino. A nossa 'regressão' foi até 1934, entretanto, ainda que não em cursos específicos de licenciatura, já havia um ensino de análise no Brasil anterior a essa data.

O Uso de Computadores no Ensino de Análise. Esse foi talvez o único ponto sobre o qual a segunda seção do nosso trabalho em quase nada contribuiu. Entretanto, os programas analisados mostraram que qualquer menção a questão do uso de computadores na disciplina

de análise inexiste, apesar de existir, no entanto, na grade do curso de licenciatura em matemática do IME, uma disciplina chamada *Noções de Ensino de Matemática Usando o Computador*. Isso nos faz refletir: se essa disciplina está presente no curso, é porque julga-se que o uso do computador é benéfico para o ensino da matemática, por que, então, ele não é usado para se ensinar matemática nas próprias disciplinas da universidade?

A Disciplina de Análise e as Pedagógicas. Embora não tenha sido nosso foco analisar as grades dos cursos de licenciatura como um todo, pudemos observar que não só com relação à análise, mas também para as demais disciplinas de matemática, ao longo dos anos, pelo menos nas grades, tal articulação jamais ficou explícita. A impressão que se tem ao vê-las é mesmo aquela que aponta Garnica (1997): os cursos de licenciatura continuam a seguir o modelo "3+1". Apesar das disciplinas não estarem mais confinadas no último ano de formação do professor, parece que o que aconteceu foi apenas uma distribuição delas ao longo dos quatro anos. Ou seja, a impressão que os alunos entrevistados por Bolognezi (2006) disseram ter de cursar dois cursos paralelamente, um de conteúdos matemáticos e um de pedagógicos, sem conexão entre eles, procede.

Análise e Interpretação. Sobre esse ponto a questão interessante a se levantar da segunda seção do nosso trabalho é que no curso do IME na década de oitenta, os licenciandos tinham uma disciplina de língua portuguesa no último período do curso. Entretanto, ela era dada depois da disciplina de análise. Anos mais tarde essa disciplina foi retirada. Por quê? A necessidade apontada por Souza (2003) em algum momento já acometeu coordenadores de curso, mas, por algum motivo, achou-se que essa disciplina não era mais importante. Aqui, novamente, uma pesquisa dos projetos pedagógicos dos cursos pode ajudar a entender o motivo da inclusão e exclusão dessa disciplina nesse curso do IME em particular e em outros que também têm ou já tiveram essa disciplina nas grades de suas licenciaturas em matemática.

ARREMATES: NOSSAS CONSIDERAÇÕES FINAIS FINALÍSSIMAS

O nosso trabalho pelo seu caráter, de certo modo, polivalente, permite que cheguemos a numerosas conclusões pontuais do levante de informações que trouxe. Entretanto, se nos enveredássemos na tarefa de fazer isso, teríamos aqui nada mais que um grande resumo de tudo que já falamos anteriormente. E, de certo modo, já fizemos isso nas considerações finais de cada uma das seções. Por conta disso, optamos por destacar apenas os aspectos mais gerais

que emergiram da nossa pesquisa, de certo que não estamos aqui trazendo nossas *conclusões*, que fique claro, elas estão presentes no nosso trabalho como um todo, notadamente nos capítulos de análise e no item anterior deste epílogo. Por esse motivo também é que chamamos o presente item de arremates, ou seja, aqui finalizamos o trabalho, mas não é aqui que apresentamos as conclusões, ou ao menos não todas, conforme já dissemos.

Da nossa primeira seção, *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, vimos que a quantidade de trabalhos nessa temática ainda é muito pequeno quando comparado a de outros dentro da *Educação Matemática no Ensino Superior*. Além disso, há poucos pesquisadores que ainda estão voltados para essas questões, o que mostra que, a menos de algum fato novo (que na verdade intuímos que deverá acontecer), a pesquisa em ensino de análise deve seguir a passos lentos pelos próximos anos. Somando-se a isso a grande quantidade de questões que ainda estão em aberto, conforme mostramos em nossas *questões críticas*, temos que a pergunta inquietante *Por que Análise na Licenciatura?*, deve demorar a ser respondida, por assim dizer, "cientificamente".

Da nossa segunda seção, *Uma Trajetória da Disciplina de Análise*, vimos que nos dois cursos analisados, de um modo geral, a disciplina seguiu o mesmo caminho. Herdou seus conteúdos das primeiras disciplinas de *Análise Matemática*, da época em que não existia disciplinas de cálculo, teve como precursora mais direta as disciplinas de *Cálculo Avançado* e a partir do momento em que se deu a separação do cálculo da análise, praticamente não se alterou. Seus objetivos nunca tocaram profundamente a questão da formação do professor de matemática e a bibliografia sempre indicou obras que são direcionadas para o bacharelado, mesmo porque a única específica para a licenciatura não parece ter sido bem aceita.

Das duas seções, vimos que a segunda confirmou alguns dos levantamentos feitos na primeira. Tentamos com a junção delas formar a base, o amálgama que inexistia entre todas as pesquisas mapeadas. E, assim, nos sentimos mais seguros, mas só um pouco mais seguros, para avançar um pouco mais em nossas considerações. Entretanto, a base ainda ficou muito fraca, como uma teia de poucos frios, frágil, mas nem era nossa pretensão construir uma base forte, visto que a distância entre os trabalhos analisados ainda é grande. Há muito o que se avançar nessa direção, muitos fios ainda por tecer.

Nosso trabalho tem fragilidades. O nosso mapeamento, embora tenha considerado periódicos importantes, teses e dissertações e um congresso de grande relevância dentro da educação matemática, é limitado. Há diversos periódicos não analisados, congressos internacionais, nacionais, regionais sem fim. Só o ICME daria um bom trabalho desse tipo (é

mais uma sugestão). Do mesmo modo, a nossa pesquisa documental também não considerou muitos cursos de licenciatura. Embora consideremos expressivos os dois escolhidos, estudar outros cursos seria interessante para comparar com os nossos resultados.

Claro, destacamos aqui apenas algumas, já que as levantamos bem nos últimos capítulos de cada seção, onde também apontamos para possibilidades de pesquisas futuras, coisa que, aliás, também fizemos muito ao longo desta dissertação como um todo, aliás, talvez, o que mais tenhamos feito foi mesmo sugerir pesquisas e levantar questões.

Destarte, e já dissemos isso antes, a maior contribuição do nosso trabalho não foi a de trazer conclusões, mas sim de trazer questões, possibilidades. E não poderia ser diferente, nosso trabalho é o primeiro de um projeto maior que busca compreender melhor questões relacionadas com o ensino de análise e, além disso, a quantidade de pesquisas que já existem sobre o assunto é bastante limitada.

Poderia ser interessante também querer fazer um exercício leve de clarividência apontando o que pode ser feito daqui por diante. Mas, isso não será necessário aqui, já que apontar possibilidades foi uma das coisas que mais fizemos neste trabalho e acabamos de falar disso há alguns parágrafos.

Dito isso tudo, aqui encerramos, e nada mais temos a declarar (por enquanto).

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da Prática Escolar**: Campinas: Papirus, 1995.

ÁVILA, G.. O Ensino do Cálculo e da Análise. Revista Matemática Universitária, São Paulo, n.33, p. 83-95, dezembro de 2002.

BALDINO, R. R.. Infinitésimos: Quem Ri por Último? **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 36, p.69-82, jan. 2000.

BARONI, R. L. S.; NOBRE, S. R.. A Pesquisa em História da Matemática e suas Relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.. **Pesquisa em Educação Matemática:** Concepções e Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 129-136.

BATARCE, M. S.. Um Contexto Histórico para Análise Matemática para uma Educação Matemática. 2003. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2003.

BELL, J.. **Como Realizar um Projecto de Investigação**. Lisboa: Gradiva, 1993.

BENITES, L. C.; SOUZA NETO, S.; HUNGER, D.. O Processo de Constituição Histórica das Diretrizes Curriculares na Formação de Professores de Educação Física. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.34, n.2, p. 343-360, 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BOLOGNEZI, R. A. L.. **A Disciplina de Análise Matemática na Formação de Professores de Matemática para o Ensino Médio.** 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

BORTOLOTI, R. D. M.. Emoções que Emergem da Prática Avaliativa em Matemática. 2003. 142f. Dissertação (Mestrado) –UFES, Vitória, 2003.

_____. O Comportamento Emocional e a Avaliação da Disciplina Análise Real: Tecendo Algumas Considerações. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. Anais... . Águas de Lindóia: SBEM, 2006. p. 1-14.

_____. Afeto e cognição no contexto da disciplina de Análise real no curso de matemática. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L.. Educação Matemática no Ensino Superior: Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 5, p. 81-97.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23/12/1996.

CARVALHO, A. M. P.. A Influência das Mudanças da Legislação na Formação dos Professores: As 300 Horas de Estágio Supervisionado. **Ciência e Educação**, Bauru, v.7, p.113-122, 2001.

CIANI, A. B.; RIBEIRO, D. M.; JÚNIOR, M. A. G.. Formação de Professores de Matemática: um Ponto de Vista de Egressos. In: **Anais do IX Encontro Gaúcho de Educação Matemática**, Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2006.

COHEN, L.; MANION, L.. **Research Methods in Education.** 4. ed. Londres: Routledge, 1994.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Parecer CNE/CP n. 28/2001, de 02 de Outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18/01/2002.

_____. Parecer CNE/CES n. 1302/2001, de 06 de Novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05/03/2002.

_____.. Resolução CNE/CP n. 01, de 18 de Fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09/04/2002.

_____.. Resolução CNE/CP n. 02, de 19 de Fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04/03/2002.

DISCIPLINAS do Núcleo Comum do Curso de Mestrado Disponível em: <http://www.pma.uem.br/paginas/disicplinas/comum.html>. Acesso em: 09 nov. 2010.

ERNEST, P.; GREER, B.; SRIRAMAN, B. (Org.). **Critical Issues in Mathematics Education.** Charlotte: Information Age Publishing, 2009.

ESTRUTURA Curricular do Curso de Graduação em Matemática. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/disciplinas.htm>. Acesso em: 09 nov. 2010.

FERREIRA, A. C.. Um Olhar Retrospectivo sobre a Pesquisa Brasileira em Formação de Professores de Matemática. In: FIORENTINI, D.. **Formação de Professores de Matemática**: Explorando Novos Caminhos com Outros Olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 19-55.

FERREIRA, N. S. A.. As Pesquisas Denominadas "Estado da Arte". **Educação e Sociedade**, Campinas, n.79, p.257-272, 2002.

FIORENTINI, D.. **Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática:** o Caso da Produção Científica em Cursos de Pós-graduação. 1994. 414f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 1994.

FLORES, J.. **Análisis de Datos Cualitativos:** Aplicaciones a la Investigación Edutativa. Barcelona: PPU, 1994.

GARNICA, V.. Professor e Professor de Matemática: das Informações que se Tem a Cerca da Formação que se Espera. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, n. 1-2, p.215-238, jan. 1997.

KANEKO-MARQUES, S. M.. A Estrutura Curricular de um Curso de Formação Pré-Serviço e o Desenvolvimento das Competências de Professores de Língua Inglesa. In: **Anais do I Congresso Latino-Americano sobre Formação de Professores de Línguas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

KASSEBOLHMER, A. C.; FERREIRA, L. H.. O processo de Reformulação dos Cursos de Licenciatura em Química nas IES Públicas Paulistas. In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

LIMA, E. B.. Dos Infinitésimos aos Limites: A Contribuição de Omar Catunda para a Modernização da Análise Matemática no Brasil. 2006, 145f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA, Salvador, 2006.

LIMA, E. B.; DIAS, A. L. M.. A Análise Matemática no Ensino Universitário Brasileiro: a Contribuição de Omar Catunda. BOLEMA, Rio Claro, v. 23, n. 35, p.453-476, abr. 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A.. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARAFON, A. C. M.. A Mais-Valia no Processo de Potenciação da Força de Trabalho. In: RIBEIRO, J. P. M.; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R.. **Etnomatemática: Papel, Valor e Significado.** São Paulo: Zouk, 2004. p. 89-102.

MAURO, S. **A História da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro e suas Contribuições para o Movimento de Educação Matemática.** 2001. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2001.

MELO, M. V.. **Três Décadas de Pesquisa em Educação Matemática na UNICAMP**: Um Estudo Histórico a Partir de Teses e Dissertações. 2006. 273 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2006.

MIGUEL, A.; MIORIM, A.. Educação Matemática: uma Prática Social de Investigação em Construção. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 36, p.177-204, 2002.

MILES, H.; HUBERMAN, M.. **Qualitative Data Analysis**: An Expanded Sourcebook. Londres : Sage, 1994.

MOREIRA, P. C.; CURY, H. N.; VIANNA, C. R. Por que Análise Real na Licenciatura? **Zetetiké**, Campinas, n.23, p.11-42, 2005.

MOREIRA, R. C.; DAVID, M. M. M. S.. O Conhecimento Matemático do Professor: Formação e Prática Docente na Escola Básica. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, n.28, p.50-62, 2005.

OLIVEIRA, A. S. V.. **O Desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral em São Paulo.** 2002. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2002.

PAIS, A.. The Tension between What Mathematics Education Should Be For and What It Is Actually For. In: ERNEST, P.; GREER, B.; SRIRAMAN, Bharath (Ed.). **Critical Issues in Mathematics Education.** Charlotte: Information Age Publishing, 2009. p. 53-60.

PASQUINI, R. C. G.. Professores de Matemática e suas Percepções sobre um Tratamento para os Números Reais, Via Medição, em Cursos de Formação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2006, Águas de Lindóia. **Anais... .** Águas de Lindóia: SBEM, 2006. p. 1-14.

_____. **Um Tratamento para os Números Reais via Medição de Segmentos:** Uma Proposta, Uma Investigação. 2007. 209 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2007.

PENTEADO, M. G.; BERTOLO, N. P.; BARONI, R. L. S.; Uma Nova Abordagem para a Graduação em Matemática. **BOLEMA**, Rio Claro, n. 11, p. 63-75, 1995.

PINTO, M. M. F.. Discutindo a Transição dos Cálculos para a Análise Real. In: LAUDARES, J. B.; LACHINI, J.. A Prática Educativa sob o Olhar de Professores de Cálculo. Belo Horizonte: Fumarc, 2001. p. 123-145.

_____. Entendendo Análise Real. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 2001, Serra Negra. Anais... . Serra Negra: SBEM, 2001.

_____. Re-visitando uma Teoria: O Desenvolvimento Matemático de Estudantes em um Primeiro Curso de Análise Real. In: FROTA, Maria Clara Rezende; NASSER, Lilian. Educação Matemática no Ensino Superior: Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 2, p. 27-42.

PROGRAMAS das Disciplinas do Mestrado Profissional em Matemática Universitária Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/pos/mestrado_profissional/Arquivos/2009/OUT/diciplinas.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2010.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L.. **Manual de Investigação em Ciências Sociais.** 5. ed. Lisboa: Gradiva, 2008.

REIS, F. S. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise**: A Visão de Professores-Pesquisadores e Autores de Livros Didáticos. 2001. 302f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2001.

_____. Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise. In: FROTA, Maria Clara Rezende; NASSER, Lilian. **Educação Matemática no Ensino Superior:** Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009. Cap. 5, p. 81-97.

_____. Discutindo Algumas Relações entre a História e o Ensino de Análise Matemática: da Aritmetização da Análise para a Sala de Aula do Ensino Superior. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Brasília. **Anais... .** Brasília: SBEM, 2009. p. 1 - 11.

SANNA, M. C.. A Evolução da Disciplina de Administração Aplicada à Enfermagem na Escola de Enfermagem da USP no Período de 1980 a 1995. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 33, n. 1, p.17-30, mar. 1999.

SILVA, A. A.; TERRAZAN, E. A. Organização dos Estágios Curriculares Pré-Profissionais em Cursos de Licenciatura em Física. In: **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2009**.**

SILVA, C. M. S.. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP e a Formação de Professores de Matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23., 2000, Caxambu. **Anais... .** Caxambu: ANPED, 2000. p. 1 - 19.

SILVA, L. R. R.. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo**. 2006. 233f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2006.

SOARES, E. F.; FERREIRA, M. C. C.; MOREIRA, P. C.. Números Reais: Concepções dos Licenciandos e Formação Matemática na Licenciatura. **Zetetiké**, Campinas, n.12 , p.95-117, 1999.

SOUZA, L. G. S.. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que já Cursaram Uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Alguns Conceitos Matemáticos Básicos. 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, UEL, Londrina, 2003.

SOUZA, L. G. S.; BURIASCO, R. L. C.. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que Já Cursaram uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Questões Consideradas Essenciais para um Bom Desempenho na Disciplina de Análise Real? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos. Anais... . Santos: SBEM, 2003. P. 1-22.

SOUZA, L. G. S.; FATORI, L. H.; BURIASCO, R. L. C.. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática Lidam com Alguns Conceitos Básicos do Cálculo I. BOLEMA, Rio Claro, v. 24, n. 24, p. 57-78, 2005.

TOLEDO, B.. **Uma História do Processo de Institucionalização da Área da Análise Matemática no Brasil.** 2008. 312 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2008.

TUCKMAN, B. **Manual de Investigação em Educação**: Lisboa: Fundação Colouste Gulbenkian, 2002.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário 1934-1935 FFLCH/USP**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: FFLCH/USP, 2009.

ZEICHNER, K. Alternative Paradigms of Teacher Education. **Journal Of Teacher Education**, Washington, v. 34, n. 3, p.3-9, 1983.

ANEXOS

ANEXO A

DIÁRIO DE CLASSE DO SEGUNDO ANO DE ANÁLISE MATEMÁTICA DE 1962 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

1962
AM 2º
Milano

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira ANÁLISE MATEMÁTICA

Ano 2º

Curso MATEMÁTICA

Período da _____

Professor _____

Rio Claro, ____ de _____ de 196_

DO DE SÃO PAULO

NCIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA
Curso

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1			4		
	2			7		Excursão
	3			8		Excursão
	4			9		Excursão
	5			10		Excursão
	6			10		Excursão
	7					
	8			14		Corolários do teorema de unicidade.
	9					
	10			16		Sistemas de equações diferenciais.
	11					
	12			17		Alguns tipos especiais de eq. de 2ª ordem
	13			17		Espaços complexos n-dimensionais.
	14			1		
	15			21		Teoremas de existência e unicidade
	16					para sistemas.
	17					
	18			22		Provinha
	19					
	20			23		Sistemas lineares. Teoremas.
	21					
	22			24		Equações de ordem n.
	23					
	24			24		Forma diferencial exata: teorema.
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

) DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA (Curso)

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1		1	3		Equações exatas.
	2		1	4		Equações exatas.
	3		1	5		O método das aproximações suc.
	4		1			
	5		1	6		Exercícios
	6		1	6		Exercícios
	7		1	10		O método das aproximações suc.
	8		1			
	9		1	11		A condição de Lipschitz.
	10		1	12		Exercícios.
	11			13		Provinha
	12					
	13			13		Provinha
	14			17		A condição de Lipschitz.
	15			18		Convergência das aproximações suc.
	16					
	17			19		Convergência das aproximações suc.
	18			20		Exercícios
	19			20		Exercícios
	20					
	21			24		Teorema de existência.
	22			25		Teorema de existência
	23			26		Exercícios
	24					
	25			27		Provinha
	26			27		Provinha
	27			31		Teorema de unicidade.
	28					
	29					

DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA (Curso)

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
29 29						
. .	1		0	1		Eq. não homogênea de ordem n.
. .	2		0	1		Exercícios.
. .	3		0			
. .	4		0	3		Método especial de resdução de eq. ñ hom.
. .	5		0	5		Álgebra de operadores.
. .	6		0			
. .	7		0	7		Exercícios.
. .	8		0	8		Eq. lineares com coef. variáveis.
. .	9		0			
. .	10		0	8		Problema de valor inicial.
	11					
	12			10		Soluções da eq. homogênea.
	13			12		Wronskiano e independência linear.
	14					
	15			14		Exercícios.
	16			15		Provinha
	17					
	18			15		Provinha
	19			17		Redução da ordem de uma eq. hom.
	20			19		A equação não homogênea.
	21			21		Exercícios.
	22			22		Exercícios.
	23			22		Exercícios.
	24					
	25			24		Existência e unicidade (introdução).
	26			26		Equações com variáveis separáveis
	27			28		Equações com variáveis separáveis.
	28			29		Trajetórias ortogonais.
	29			29		Exercícios.

DE SÃO PAULO

:IAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

1atemática
Curso

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS	Faltas	DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1		0	1		Eq. lineares de 1ª ordem. Introdução.
	2		0	3		Equações diferenciais
	3		0	4		Problemas associados c/ eq. dif.
	4		0	4		Exercícios.
	5		0			
	6		0	8		Eq. lineares de 1ª ordem.
	7		0	10		A equação $y' + ay = 0$
	8		1	11		A equação $y' + ay = b(x)$.
	9		0	11		Exercícios.
	10		0			
	11			13		A eq. linear geral de 1ª ordem.
	12			17		Eq. lineares com coef. constantes.
	13			18		Problemas de valor inicial.
	14			18		Provinha.
	15					
	16			20		Dependência e independência linear.
	17			22		Fórmula do Wronskiano
	18			24		Resolução da eq. linear não-homogênea
	19			25		Exercícios.
	20			25		Exercícios.
	21					
	22			27		A equação homogênea de ordem n.
	23			29		Problemas de valor inicial para
	24					eq. de ordem n.
	25			31		Equações com coef. reais.
	26					
	27					
	28					
	29					

DE SÃO PAULO

:IAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA (Curso)

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1		0			
	2		0	1		Exercícios.
	3		0	2		Exercícios.
	4		0	2		Teorema de Stokes no espaço.
	5		0			
	6		0	4		Teorema de Stokes no espaço.
	7		0	6		Exemplos.
	8		0	8		Integrais de volumes.
	9		0			
	10		0	9		Exercícios.
	11			9		Exercícios.
	12			11		Exercícios.
	13					
	14			13		Revisão da matéria.
	15			15		Revisão da matéria.
	16			16		Provinha
	17			16		Provinha
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

) DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA (Curso)

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS	Faltas	DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1		0	2		Exercícios.
	2		0	4		Provinha.
	3		0			
	4		0	5		Funções definidas implicitamente.
	5		0	5		Funções definidas implicitamente.
	6		0			
	7		0	7		Exercícios
	8		0	9		Exercícios.
	9		0	11		Funções inversas
	10		0	12		Funções inversas.
	11			12		Transformações.
	12			.		
	13			14		Mudança de variável em integrais.
	14			16		Exercícios.
	15			18		Integrais de linha.
	16			19		Exercícios.
	17			19		Circulação de um vetor. Exemplos.
	18			21		Forma diferencial linear exata.
	19			23		Teorema de Stokes no plano.
	20			28		Exercícios.
	21			30		Integrais de superfície.
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

MATEMÁTICA
Curso

Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1		2	4		Provinha.
	2		2	4		Provinha.
	3		2	7		Máximos e mínimos. Gráfico.
	4		2	7		Critério de diferenciabilidade.
	5		2	9		Funções reais de n variáveis
	6		2	9		reais. Plano tangente.
	7		2	9		Diferencial. Exercícios.
	8		2			
	9		2	11		Derivadas parciais de ordem
	10		2			superior.
	11			11		Teorema da média. Fórmula
	12					de Taylor.
	13			14		A definição de integral dupla.
	14			14		Critério de integrabilidade de
	15					Riemann. Teorema da Média.
	16			16		Exercícios.
	17			18		Exercícios. Pg. 71 - Ex. 13. Pg. 72 Ex. 17.
	18					18-22. Pg. 73 - Ex. 25, A), Ex. 27. C)
	19					Pg. 74. Ex. 29. A, B, C).
	20			23		O cálculo de integrais duplas
	21			25		por integração repetida.
	22			25		Integral dupla sôbre um conjunto
	23					limitado qualquer.
	24			27		Exercícios: áreas e volumes.
	25			28		Conjuntos de área zero.
	26			28		Centro de gravidade. Momento
	27					de inércia.
	28			30		Derivação sob o sinal.
	29					2 de maio - provinha.

DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática (Curso) Professor Sr. MILANO

DIA	Números	NOTAS	Faltas	DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1	5	1	12		Conjuntos. Produto cartesiano.
	2	7	1			Álgebra de conjuntos.
	3	4	0	14		Aplicações. Família. Partição.
	4	6	0	14		Espaços métricos. Desigualdade
	5	5	0			de Cauchy-Schwarz.
	6	3	1	17		Exercícios.
	7	7	1	17		Funções de duas variáveis
	8	3	1	19		Provinha
	9	3	1	22		Limites.
	10	4	1	24		Infinitésimos. F. diferenciáveis.
	11			24		Derivadas parciais. D. Composta.
	12			26		Gradiente. Derivada direcional.
	13			28		Exercícios.
	14			28		Exercícios.
	15			31		Continuidade. Teorema do re-
	16					cobrimento finito.
	17			31		Funções limitadas. Continuidade
	18					uniforme.
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

ANEXO B

DIÁRIO DE CLASSE DO TERCEIRO ANO DE ANÁLISE MATEMÁTICA DE 1962 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

1962
Análise M. 3º
Ubiratan

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

culdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira ANÁLISE MATEMÁTICA

Ano 3º

Curso MATEMÁTICA

Período da

Professor

Rio Claro, de de 196

O DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. .....

DIA	Números	FALTAS	NOTAS APROV.	NOTAS EXAME FINAL		DIA	PONTO	MATERIA LECIONADA
	1	1	6	6	1			
	2	2	6	6	2			
	3	5	7	7	5			Cumprida integralmente
	4	2	10	10	2			a 1ª parte do Programa:
	5							Função de Variável complexa.
	6							
	7							Exame final do 1º semestre: dia 28/6.
	8							
	9							
	10							
5 12 12 17 17	11				2			
	12				4			
	13				4			
	14				4			
	15							Cumprida integralmente a
	16							2ª parte do programa: Teo-
	17							rema de Cauchy
	18							
	19							
	20							
	21	4	7		2			
	22	4	7		0			
	23	4	7 (falta)		0			
	24	5	10		1			
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							

ANEXO C

PROGRAMA DA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DE 1965 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
SÉDE: RUA 10 N.º 2527 — TELEFONE 3802 — CAIXA POSTAL, 178
DIRETORIA, TEL. 2807 — SECRETARIA, TEL. 3227 — TESOURARIA, TEL. 3227
RUA 8 N.º 1312: — CONTADORIA, TEL. 2890 - ALMOXARIFADO, TEL. 2565 - CAIXA POSTAL, 164
RIO CLARO — ESTADO DE SÃO PAULO

FFCL de Rio Claro
Departamento de Matemática
Cadeiravde Análise de Matemática
- Programa- 1965-

CURSOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA - 1º ANO
Disciplina: CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

1 . Números Reais
2 . Funções de uma variável real
3 . Infintésimos e limites
4 . Funções diferenciáveis
5 . Derivada e diferencial
6 . Cálculo de derivadas; derivadas de funções compostas
7 . Funções contínuas
8 . Teoremas de Rolle e da média
9 . Fórmula de Taylor
10. Máximos e mínimos; aplicações
11. Funções inversas
12. Comprimento de arco
13. Aplicações geométricas e físicas da derivada
14. Traçado de curvas
15. Integral segundo Riemann; Funções integráveis
16. A função integral e o teorema fundamental do cálculo
17. Integrabilidade das funções contínuas
18. Continuidade uniforme
19. Funções logarítmica e exponencial
20. Funções hiperbólicas
21. Integral indefinida; integração por substituição e por partes; integração das funções racionais e de algumas irracionais.
22. Aplicações da integral de Riemann
23. Sequências e séries
24. Critérios de convergência
25. Séries alternadas
26. Convergência uniforme de sequência de funções
27. Integração e derivação termo a termo
28. Séries de potência
29. Produto de séries
30. Integrais impróprias

Prof. Dr. Nelson Onuchic
Regente da Cadeira Análise Matemática

ANEXO D

PROGRAMA DA DISCIPLINA CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DO ANO DE 1969 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO E A PÁGINA DE ROSTO DO CADERNO QUE O CONTÉM

RELAÇÃO DOS PROGRAMAS DO CURSO DE MATEMÁTICA LICENCIATURA

ANO LETIVO DE 1.969.

01. Física Geral e Experimental
02. Didática Geral
03. Cálculo Numérico
04. Didática Especial: Prática de Ensino
05. Estatística Matemática
06. Psicologia da Educação Adolescência/Aprendizagem
07. Cálculo Avançado e Equações Diferenciais
08. Algebra Moderna
09. Fundamentos da Matemática Elementar
10. Geometria Superior
11. Análise Matemática (Variáveis Comp.Matem.Aplicada)
12. Cálculo Diferencial e Integral
12. Física Geral e Experimental
13. Mecânica
14. Geometria Analítica e Desenho Geométrico
15. Geometria Analítica
16. Álgebra Linear e Geometria
17. Análise Superior
18. Física Geral e Experimental

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO.
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E FÍSICA

Cálculo Diferencial e Integral - Anual

1º ano de Matemática e Física - Programa

Capítulo I: Números e Funções

1- Números inteiros, racionais e reais
2- Desigualdades
3- Funções
4- Potências

Capítulo II: A derivada

1- A inclinação de uma curva
2- A derivada
3- Limites
4- Potências
5- Somas, produtos e quocientes
6- Função composta
7- Razão de variação

Capítulo III: Seno e Cosseno

1- As funções seno e cosseno
2- As derivadas
3- Dois limites básicos

Capítulo IV: O Teorema da Média

1- Máximos e mínimos; a existência de máximos e mínimos
2- O teorema da média
3- Funções monótonas

Capítulo V: O traçado de curvas

Capítulo VI: Funções Inversas

1- Definição de função inversa
2- Derivadas de funções inversas
3- O arcoseno
4- O arcotangente

Capítulo VII: Exponenciais e Logaritmos

1- O logaritmo
2- Função exponencial
3- Ordem de grandeza
4- Algumas aplicações

Capítulo VIII: Integração

1- A integral indefinida
2- Funções contínuas
3- Área
4- Somas superiores e inferiores
5- O teorema fundamental
6- As propriedades básicas

Capítulo IX: Propriedades da Integral

1- Mais conexão com a derivada
2- Somas
3- Desigualdades
4- Integrais impróprias

Capítulo X: Técnicas de Integração

Capítulo XI: Aplicações da Integração

1- Comprimento de curvas
2- Áreas em coordenadas polares
3- Volumes de revolução
4- Trabalho: momento

Capítulo XIII: Séries

1- Séries convergentes

2- Séries de têrmos positivos

3- O teste da integral

4- Convergência absoluta

5- Séries de potências

6- Diferenciação e integração de séries de potências

Capítulo XIV: Apêndice

1- Extremo superior

2- Limites

3- Pontos de acumulações

4- Funções contínuas

ANEXO E

PROGRAMA DA DISCIPLINA DE CÁLCULO AVANÇADO E EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DO ANO DE 1964 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
SÉDE: RUA 10 N.º 2527 — TELEFONE 3502 — CAIXA POSTAL
DIRETORIA, TEL. 2507 - SECRETARIA, TEL. 3227 - TESOURARIA,
RUA 8 N.º 1512: - CONTADORIA, TEL. 2690 - ALMOXARIFADO, TEL. 2565 - CAIXA POSTAL
RIO CLARO - ESTADO DE SÃO PAULO

PROGRAMA DA 1ª CADEIRA DE ANÁLISE MATEMÁTICA DO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PARA O ANO LETIVO DE - 1.964.: -

DISCIPLINA :-)Cálculo Avançado e Equações Diferenciais)

Para às 2ª Séries dos Curso de MATEMÁTICA E FÍSICA

I - Sequências e Séries:-

Sequências e Séries Numéricas: definições, convergência, Critério de Cauchy, testes de convergência para séries, convergência-absoluta, séries alternadas e teorema de convergência.
Sequência e séries de funções: definições, convergência, convergência uniforme, integração termo a termo no caso de convergência uniforme, teorema para derivação termo a termo, séries de potência e suas propriedades, operações com séries.
Integrais impróprias.

II - Funções de várias variáveis:-

Infinitésimos e limites.
Funções contínuas e uniformes contínuas.
Propriedades das funções contínuas em conjuntos compactos.
Funções diferenciávies.
Derivadas parciais.
Lei de diferenciação composta
Critério de diferenciabilidade.
Fórmulas de Taylos e Mac Laurin para funções de mais de uma variável.
Derivação sob sinal de integração.
Gradiente, divergente e rotacional.
Derivada direcional.
Integrais duplas em retângulo de duas dimensões.
Integrais n-plas em retângulo n- dimensional.
Redução a integrais repetidas.
Integrais em conjuntos não necessàriamen e retangulares.
Conjuntos de medida nula
Redução do cálculo de integrais duplas e triplas em conjuntos - não necessàriamente retangulares a integrais simples.
Funções implícitas.
Generalização do teorema das funções implícitas.
Determinantes e matrizes Jacobianas.

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
SEDE: RUA 10 N.º 2527 — TELEFONE 3802 — CAIXA POSTAL, 178
DIRETORIA, TEL. 2807 - SECRETARIA, TEL. 3227 - TESOURARIA, TEL. 3127
RUA 8 N.º 1812: - CONTADORIA, TEL. 2390 - ALMOXARIFADO, TEL. 2565 - CAIXA POSTAL, 147
RIO CLARO - ESTADO DE SÃO PAULO

Mudança de variáveis nas integrais duplas.
Integrais de linha e de superfície.
Diferenciais exatas e condições necessárias e sufucientes para que uma diferencial seja exata.
Teorema do Stokos e de Green.
Coordenadas curvilíneas ortogonais: Caso das coordenadas cilíndricas e polares, expressões do gradiente, divergente e rotacional em coordenadas curvilíneas ortogonais.
Dependência funcional.
Máximos e mínimos.
Máximos e mínimos condicionados.
Multiplicadores de Lagrange

O curso é desenvolvido em dois semestres utilizando-se, para isso, seis horas semanais. Exercícios são dados aos alunos para serem feitos fora do horário de aulas, recebendo os mesmos para isso orientação do professor em classe. Para acompanhar o aproveitamento dos alunos são realizadas provas mensais.

ANEXO F

PROGRAMA DA DISCIPLINA DE FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, EQUAÇÕES DIFERENCIAIS A DERIVADAS PARCIAIS E MATEMÁTICA APLICADA DE 1964 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
SÊDE: RUA 10 N.º 2527 - TELEFONE 3802 - CAIXA POSTAL, 178
RUA 8 N.º 1312 - SECRETARIA: TEL. 2565 - CONTADORIA - TESOURARIA: TEL. 2890
RIO CLARO - ESTADO DE SÃO PAULO

FFCL de Rio Claro
Departamento de Matemática
Cadeira de Análise Matemática
- Programas - 1964

3º Ano - FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, EQUAÇÕES DIFERENCIAIS A DERIVADAS PARCIAIS E MATEMÁTICA APLICADA.

I - Funções Analíticas.

1. Funções de uma variável complexa: limite, continuidade condições de Cauchy-Riemann; Funções analíticas; Funções elementares.
2. Integração: Integral de linha; Teorema de Cauchy-Goursat; Fórmula integral de Cauchy; Derivação de funções analíticas; Teoremas de Masera, Lionville e Fundamental da álgebra.
3. Séries: Convergência uniforme; Integração e derivação termo a termo para série de funções analíticas; Expansão de funções analíticas em série de potências (séries de Taylor); Prolongamento analítico.
4. Singularidades: Desenvolvimento de Laurent; Tipos de singularidades; Teoremas de resíduos; Cálculo de resíduos em polos; algumas aplicações ao cálculo de integrais.

II. Equações Diferenciais a derivadas parciais.

5. Equação de 1a. ordem: Introdução
6. Equação de 2a. ordem: Formas canônicas, Exemplos especiais.

III. Matemática Aplicada

7. Séries de Fourier
8. Transformada e integral de Fourier.
9. Transformada de Laplace e suas aplicações em equações diferenciais ordinárias.
10. Aplicação das séries, transformada e integral de Fourier em problemas de valor de contôrno.

O curso é desenvolvido em 3 aulas semanais. Os exercícios são propostos no decorrer da teoria. Para verificação do aproveitamento dos alunos são realizadas três provas por semestre.

Encarregado do curso: Dr. Nelson Onuchic

ANEXO G

PROGRAMA DA DISCIPLINA DE TEORIA DOS CONJUNTOS E TOPOLOGIA DOS ANOS DE 1967 E 1968 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
13.500 - RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Departamento de Matemática
3º ano - Matemática - Anual (1967/1968)
Programa da Teoria - Conjuntos e Topologia
Análise Superior

I - Noções sôbre lógica Matemática
1 - Cálculo proporcional
2 - Cálculo de predicados
3 - Noções sôbre demonstração

II - Teoria dos Conjuntos
1 - Axioma da Extensão
2 - Axioma da Especificação
3 - Pares não ordenados - Axioma de Paridade
4 - Reunião e Interceção - Axioma da Reunião
5 - Complementos - Diferença - Partes - Axioma das Partes
6 - Pares Ordenados
7 - Relações
8 - Funções
9 - Famílias
10 - Funções Inversas e Funções Compostas
11 - Números - Axioma da Infinidade
12 - O Axioma de Peano - Teorema da Recursão
13 - Aritmética
14 - Ordem
15 - O Axioma da Escolha
16 - Lema de Zorn's
17 - Boa Ordem - Teorema da Boa Ordenação
18 - Indução Transfinita - Teorema da Indução Transfinita
19 - Números Ordinais - Axioma da Substituição
20 - Conjunto dos Números Ordinais
21 - Aritmética Ordinal
22 - Teorema de Schröder - Bernstein
23 - Conjuntos Enumeráveis
24 - Aritimética Cardinal
25 - Números Cardinais

III - Topologia Geral
1 - Introdução
2 - Definição - Equivalências - Bases - Topologia Equivalentes - Comparação de Topologias

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3807 - Caixa Postal, 178
13.500 - RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

3 - Tipos de Pontos e Tipos de Conjuntos
4 - Funções Contínuas - Homeomorfismos - Espaços Topológicamente equivalentes
5 - Espaços Separados - Espaços conexos
6 - Noções de Dimensão
7 - Espaços T_0, T_1, T_2, Regulares, Completamente Regular, Normal Completamente Normal
8 - Espaços Compactos
9 - Metrização
10 - Espaços Produto
11 - Espaços Quociente

IV - Topologia dos Espaços Métricos

1 - Introdução
2 - Definição - Propriedades
3 - Espaço de Hilbert (dimensão)
4 - Completação

V - Topologia Algébrica

1 - Homotopia - Noções
2 - Homotopia - Noções

ANEXO H

DIÁRIO DE CLASSE DA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO ÀS VARIEDADES DIFERENCIAIS DO ANO DE 1964 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira INTRODUÇÃO ÀS VARIEDADES DIFERENCIAIS

Ano 4º

Curso MATEMÁTICA

Período da

Professor Mario Tourasse Teixeira

Rio Claro, de março de 196 4

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA 27

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		16		Idéias gerais sôbre o curso. Exemplos geométricos
2				Espaços vetoriais: revisão dos principais conceitos.
3				
4				
5				
6		30		Aplicações lineares. Representação matricial
7				Imagem, núcleo. O espaço $\mathcal{L}(E,F)$. Dual
8				de um espaço vetorial
9				
10				
11				Espaço dual. Funções diferenciáveis. Curvas
12		6-VI		paramétricas. Derivada direcional. Diferen-
13				ciais. Formas de Pfaff
14				
15				
16		~~29~~		Formas de Pfaff. Generalizações. A diferen-
17		13		cial como aproximação linear.
18				Transformação linear induzida por
19				uma aplicação (linear) diferenciável.
20				
21		20		A aplicação linear induzida como
22				aproximação linear do acréscimo. Recí-
23				proca. Condição de Lipschitz. Bijetividade
24				local. Transformações compostas. Inva-
25				riança da dimensão. Difeomorfismos.
26		27		Teorema da Função Inversa. Consequências.
27				Teorema das funções implícitas.
28				
29				

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA.....	Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1			4		Superfícies regulares no R^4. Idéias geométricas. Parametrização regular, superfície local. Superfícies regulares. Mudança de parâmetros. Aplicação diferenciável sôbre superfícies regulares.
	2					
	3					
	4					
	5					
	6			11		Fórmulas relativas às mudanças de parâmetros. Curvas paramétricas. Espaço vetorial tangente. Bases relativamente a diversas parametrizações. Jacobiano. Valor regular. A imagem inversa de um valor regular é uma superfície regular. Exemplos.
	7					
	8					
	9					
	10					
	11			18		O grupo linear geral, o grupo linear especial e o grupo ortogonal.
	12					
	13					
	14					
	15					
	16			25		Campos de vetores normais. Gradientes de funções. Demonstração que o gradiente é normal às superfícies de nível. Existência de campos normais nas imagens inversas de valores regulares.
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

)O DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA.....

Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1			1		Parametrizações compatíveis, atlas coerente. Superfícies orientáveis. Relação entre existência de campos normais e orientabilidade. Generalização do produto vetorial. Exemplos
2					
3					
4					
5					
6			8		Estudo local da imersão das superfícies regulares no espaço ambiente. Existência local de campos normais. Ortonormalização dos campos.
7					
8					
9					
10					
11			15		Segmentos normais. Vizinhanças tubulares. Existência de vizinhanças tubulares no caso compacto. Equivalência com o produto cartesiano. "Uma superfície regular é imagem (regular) inversa de valor regular" $\leftrightarrow$ "existem $n-r$ campos normais linearmente independentes" $\leftrightarrow$ a vizinhança tubular é equivalente ao produto cartesiano".
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

1964

4ª Série (OPTATIVO)

INTRODUÇÃO ÀS VARIEDADES DIFERENCIAIS

G

FACULDADE DE

CURSO DE MATEMÁTICA — Março - Abril (Mês) — 1964

Números	NOMES	Números	DIA 16		DIA 30		DIA 6		DI	
			14	15	14	15	14	15	14	15
1	Antônio Conde	1	P	P	P	P	P	P	P	P
2	Célio Wamberto Manzi Alvarenga	2	P	P	P	P	P	P	P	P
3	Dorival Antonio de Mello	3	P	P	P	P	P	P	P	P
4	Izette Alves Coelho Loibel	4	P	P	P	P	P	P	P	P
5		5								
6		6								
7		7								
8		8								
9		9								
10		10								
11		11								
12		12								
13		13								
14		14								
15		15								
16		16								
17		17								
18		18								
19		19								
20		20								
21		21								
22		22								
23		23								
24		24								
25		25								
26		26								

ANEXO I

DIÁRIO DE CLASSE DA DISCIPLINA DE ESPAÇOS MÉTRICOS DO ANO DE 1967 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

8 1 ks. auto

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira _____

DISCIPLINA : ESPAÇOS MÉTRICOS

Ano 4º OPTATIVA

Curso MATEMÁTICA

Período da _____

Professor _____

Rio Claro, ___ de _____ de 1967

SÃO PAULO

E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

mática
Curso

Professor Sr. Irineu Salles Batarce

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1	2,2	6		Cap. I - Espaços Métricos
2	8,7			1- Introdução - 2- Definição de espa-
3	6,3			ço métrico
4	3,0			
5	6,3	13		3- Mais definições e exemplos ;
6	2,0			Exercícios
7	3,0			
8		27		4- Pseudo - métrica
9	8,5			Exercícios
10	4,0			
11	5,5			
12	4,5			
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

SÃO PAULO

E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso: e matica

Professor Sr.: Irineu Salles Barbarce

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		3		Continuação de 4- Pseudo - métrica
2				Exercícios
3				
4				
5		10		Prova
6				
7		17		Comentario sôbre a prova
8				Capitulo II - Funções Continuas
9				1. Introdução - 2 - O conceito de
10				função contínua - Propriedade das
11				funções contínuas.
12				
13		24		Propriedades das funcoes contínuas
14				(continuação)
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

E SÃO PAULO

E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso: temática

Professor Sr. Itineu Salles Barbarce

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		8		Ca 3 - Homeomorfismos - Exemplos
2	9,6			
3	9,3	15		4 - Métricas equivalentes.
4				
5	?	22		Alguns exemplos de métricas equivalentes - Exercícios.
6				
7	0,5			
8	?	29		Aplicações lineares contínuas
9	9,6			
10	23			
11				
12	9,5			
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

SÃO PAULO

E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso: emática

Professor Sr. Ireneu Salles Batalice

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1	? 3,0	5		Prova
2	? 10			
3	• 7,5	12		Comentários sôbre a prova e exercícios
4	? 6,5			
5	• 8,0			
6	? 6,0			
7	? ?	19		Capitulo III - Espaços Topológicos 1- Introducão. 2- Conjuntos abertos num espaço métrico. Propriedades.
8	? ?			
9	• 9,0			
10	? 6,0			
11	? 7,0	26		Propriedades (continuacão). Exercícios
12	• 10			
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

E SÃO PAULO

S E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso: tematica

Professor Sr. Juneo Salles Barbosa

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		7		Prova
2				
3		14		3- Espaços topológicos. Propriedades
4				
5		21		Base de abertos para um Espaço
6				topológico.
7				
8		28		4- Interior, Fronteira e Vizinhança
9				Propriedades
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

DE SÃO PAULO

AS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática — Curso — Professor Sr. Irineu Salles Batarce

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1	6,5	11		Conjuntos Fechados
2	9,5			
3		18		Exemplos e Propriedades
4				
5		25		Prova.
6				
7				
8				
9	8,0			
10				
11	8,0			
12	8,0			
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

DE SÃO PAULO
CAMPINAS
S E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. Ireneu Salles Batarce

IA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1		2		Fêcho, propriedades. Exercícios
	2				
	3		9		Pontos de acomulação. Exercícios
	4				
	5		16		7- Espaços Conexos. Propriedades
	6				
	7		23		Prova.
	8				
	9		30		Caminhos em espaços topológicos
	10				Exemplos.
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				

DO DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática (Curso) Professor Sr. Ilineu Salles Batarce

DIA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1		6		Componentes Conexas, espaços
	2				totalmente desconexos, espaços
	3				localmente conexos
	4				
	5		13		Exemplos. Exercícios
	6				
	7		20		Prova.
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				

ANEXO J

DIÁRIO DE CLASSE DA DISCIPLINA DE MEDIDA, INTEGRAÇÃO E PROBABILIDADE DO ANO DE 1967 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira _____

DISCIPLINA : MEDIDA, INTEGRAÇÃO E PROBABILIDADE

Ano 4º OPTATIVA

Curso MATEMÁTICA

Período da _____

Professor _____

Rio Claro, ___ de _____ de 1967

)O DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. Mario Tourasse Teixeira

DIA Mês	Números	NOTAS			Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
							Anéis e σ-anéis de conjuntos
	1						álgebras de Boole e σ-álgebras de conjuntos
	2						A noção geral de medida
	3						Propriedades elementares
	4						Probabilidade como medida
	5						Alguns exemplos e problemas simples
	6						Medida de Lebesgue na reta
	7						Funções Mensuráveis
	8						Integração
	9						Funções Integráveis
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27						
	28						
	29						

DO DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. Mario Tomazo Teixeira

DIA	Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1					Convergência em Média e em Medida
	2					Teorema de Lebesgue
	3					Sequências equi-integráveis
	4					Medida de Lebesgue no R^n
	5					Teorema de Fubini
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					

DO DE SÃO PAULO

CIAS E LETRAS DE RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. Mario Tomasse Teixeira

DIA mov.						Números	NOTAS								Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
3	10	10	17	17	24												
.	.	.	.	.	.	1											Teoria Geral da Medida
.	.	.	.	.	.	2											Funções aditivas e completamente
.	.	.	.	.	.	3											aditivas de conjuntos. Medidas
	.	.	.	.	.	4											Medidas Exteriores
.	.	.	.	.	.	5											Conjuntos Mensuráveis
						6											Extensão e completação de medidas
						7											Medidas de Lebesgue - Stieltjes
						8											Funções Mensuráveis
						9											Integração
						10											Continuidade Absoluta
						11											Teorema de Radon - Nikodym
						12											
						13											
						14											
						15											
						16											
						17											
						18											
						19											
						20											
						21											
						22											
						23											
						24											
						25											
						26											
						27											
						28											
						29											

ANEXO K

DIÁRIO DE CLASSE DA DISCIPLINA DE INTEGRAÇÃO DO ANO DE 1970 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

104

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

'aculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Cadeira _____

DISCIPLINA: INTEGRAÇÃO (OPTATIVA)

4º Ano 1.970

Curso MATEMÁTICA

Período da _____

Professor _____

Rio Claro, ____ de _____ de 196___

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Matemática
Curso

Professor Sr. Irineu Bicudo

DIA	Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1			11		Axiomas para os números reais;
	2					
	3					
	4			18		Funções contínuas
	5					
	6					
	7			25		Idem.
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
	33					
	34					
	35					
	36					
	37					
	38					
	39					
	40					
	41					
	42					
	43					
	44					
	45					
	46					
	47					
	48					

CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		1		Conjuntos de Borel.
2				
3		8		Medida exterior;
4				
5		15		Idem.
6				
7				
8		22		Exercícios.
9				
10				
11		29		Conjuntos mensuráveis e medida de Lebesgue.
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				

CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso

Professor Sr.

Números	NOTAS			Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1				6		Conjuntos mensuráveis.
2						
3				13		Exercícios.
4						
5				20		Um conjunto não mensurável.
6						
7						
8				27		Exercícios.
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA	Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1			3		Funções mensuráveis.
	2					
	3					
	4			10		Idem
	5					
	6					
	7			17		Exercícios.
	8					
	9					
	10			24		Exercícios.
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
	33					
	34					
	35					
	36					
	37					
	38					
	39					
	40					
	41					
	42					
	43					
	44					
	45					
	46					
	47					
	48					

IO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA.....

Números	NOTAS										Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1											5		A integral de Riemann.
2													
3													
4											12		A integral de Lebesgue de uma função limitada
5													sôbre um conjunto de medida finita.
6													
7											19		Idem.
8													
9													
10											26		A integral de Lebesgue de uma função não
11													negativa.
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													

O CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA .....

Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1		2		Exercícios.
2				
3				
4		9		A integral de Lebesgue geral.
5				
6				
7		16		Idem.
8				
9				
10		23		Exercícios.
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				

O CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA .....

Números	NOTAS			Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1				7		Prova de aproveitamento
2						
3						
4				14		Diferenciação de funções monótonas
5						
6						
7				21		Funções de variação limitada.
8						
9						
10				28		Idem.
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						

CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

IA.....

Números	NOTAS			Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
1				4		Diferenciação de uma integral.
2						
3						
4				11		Exercícios.
5						
6						
7				18		Continuidade Absoluto.
8						
9						
10				25		Prova de aproveitamento.
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Curso ..... Professor Sr. .....

DIA.....	Números	NOTAS		Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1			2		Exercícios.
	2					
	3					
	4			9		Exercícios
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
	33					
	34					
	35					
	36					
	37					
	38					
	39					
	40					
	41					
	42					
	43					
	44					
	45					
	46					
	47					
	48					

ANEXO L

DIÁRIO DE CLASSE DA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO ÀS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS DE 1971 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO

57 6 aula

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

culdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Disciplina: ~~Cadeira~~ Introducão às Equações Diferenciais Ordinárias

Ano 1971

2as séries dos cursos Matemática e Física

Curso Matemática Oblativa

Período da manhã (2º semestre)

Professor Luiz Roberto Dante

Rio Claro, ____ de _____ de 196__

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Mat.
Curso

Professor Sr. Luiz Roberto Dante

DIA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1				
	2				
	3		5		Motivação ao curso - Exemplos e aplicações físicas
	4				
	5				
	6				
	7				
	8		12		Conceitos gerais - Ordem - grau - solução interpretação geométrica da solução
	9				
	10				
	11				
	12				Resolução de eq. dif. ordinárias
	13		19		
	14				Variáveis separáveis
	15				
	16				
	17				
	18		26		Resolução: Equações homogêneas.
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Mat.
Curso

Professor Sr. Luiz Roberto Dante

DIA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1				Resolução
	2				
	3		2		Equações diferenciais exatas
	4				
	5				
	6				Resolução
	7				Equações dif. lineares
	8		9		
	9				
	10				
	11				
	12				Equação de Bernoulli
	13		16		
	14				Equação de Riccatti
	15				
	16				
	17				
	18		23		Condição Lipschitz - Exemplos
	19				
	20				- teoremas.
	21				
	22				Teorema de Existência e Unicidade
	23		30		
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Mat
Curso

Professor Sr. Luiz Roberto Dante

DIA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1				
	2				
	3		7		Método de Picard - Resolução
	4				
	5				
	6				
	7		14		Sistemas de eq. dif.
	8				
	9				Teor. Exist. e Unicidade p/ o sistema
	10				
	11				
	12				Método de Picard p/ o sistema.
	13		21		
	14				Sistemas lineares Homogêneos e não Homogêneos.
	15				
	16				
	17				Teoremas sobre soluções de sistemas
	18		28		
	19				Autovetores e autovalores
	20				Matriz fundamental
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				

RIO CLARO

DIÁRIO DE CLASSE

Mat
Curso

Professor Sr. Luiz Roberto Dantas

DIA	Números	NOTAS	Dia	Ponto	MATERIA LECIONADA
	1	9.0	4		FÓRMULA VARIAÇÃO DAS CONSTANTES
	2	7.0			
	3	8.5			
	4	10.0			
	5	7.0			
	6	9.0	11		Resolução de sistemas pela Fórmula de variação das cts Resolução de sistemas pelos anuladores.
	7	5.5			
	8	9.0			
	9	7.0			
	10	8.0			
	11	7.0	18		Equação diferencial linear completa de ordem n
	12	8.5			
	13	7.0			
	14	8.0			
	15	9.0			
	16	10.0	25		Equações lineares homogêneas com coeficientes cts
	17	8.5			
	18	10.0			
	19	9.5			
	20	9.5			
	21	10.0	2/12		Equações dif. não homogêneas
	22	9.0			
	23	8.0			
	24	10.0			
	25	9.0 (prova)			
	26	7.5			
	27	9.0			
	28	9.5			
	29	8.5			
	30	2.9 Física			
	31	7.0			
	32	8.0			
	33	7.5			
	34	8.0			
	35	8.5			
	36	8.0			
	37	9.5			
	38	9.0			
	39	8.0			
	40	4.0			
	41	7.0			
	42	7.0			
	43	5.0			
	44	8.5			
	45	7.0			
	46	7.5			
	47	8.0			
	48	7.0			

ANEXO M

CONJUNTO DE PROGRAMAS DE ALGUMAS DISCIPLINAS DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO PARA O ANO DE 1973

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3602 - Caixa Postal, 178
RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

DISCIPLINAS DO 1º PERÍODO LETIVO DE 1971
CURSO DE MATEMÁTICA

1.	Física Geral e Experimental I	04
2.	Física Geral e Experimental III	07
3.	Mecânica I	09
4.	Calculo Avançado e Equações Diferenciais I	10
5.	Análise Superior I	12
6.	Álgebra Linear	13
7.	Variaveis Complexas e Matemática Aplicada I	14
8.	Geometria Superior I	15
9.	Geometria Analítica I	16
10.	Fundamentos da Matemática Elementar I	17
11.	Calculo Diferencial e Integral I	18
12.	Calculo Numérico I	19
13.	Álgebra Moderna I	20
14.	Análise do R^n - optativa	21
15.	Álgebra (Teoria dos Grupos)- optativa	22
16.	Teoria dos Conjuntos- optativa	23
17.	Psicologia da Educação: Adolescência	24
18.	Psicologia da Educação: Aprendizagem	32
19.	Estudo de Problemas Brasileiros	94
20.	Educação Física	37

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
RIO CLARO - Estado de São Paulo - BRASIL

Rio Claro, 02 de março de 1973

Ilmo. Sr.
Leonilto Peruzza
Encarregado da Seção de Comunicações e Assentamentos Escolares
F.F.C.L.R.C.
R. Claro

Prezado Senhor

Estamos enviando em anexo, duas vias dos PROGRAMAS do Curso de Licenciatura em Matemática, do Departamento de Matemática.

Sem mais, reiteramos os protestos de consideração e aprêço, subscrevendo-nos

Atenciosamente

Prof.Dr. Mario T.Teixeira

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro
SEÇÃO DE COMUNICAÇÕES
Data 2/3/73 Hora
Protocolo Nº 1844
98/73
Diretor Técnico

4. a) Disciplina: Cálculo Avançado e Equações Diferenciais I

b) Conteúdo

I - Jacobianos: Propriedades Gerais
Teoremas das funções implícitas e funções inversas.

II - Integração de funções de várias variáveis

1. Integral simples como função de um parâmetro
2. Continuidade de derivabilidade de uma integral em relação ao parâmetro
3. Integrais de funções contínuas sobre regiões do plano R^2 ou do espaço R^3.
4. Avaliação das integrais e o teorema do valor médio.
5. Redução da integral múltipla às integrais simples repetidas.
6. Avaliação de uma integral multipla quando se aplica uma transformação biunívoca sobre a região de integração.
7. Aplicações das integrais multiplas

III - Integrais de Linha

1. Integral de linha no plano
2. Propriedades fundamentais das integrais de linha
3. A integral de linha como integral de vetor
4. Relação entre uma integral de linha e a integral dupla: Teorema de Green (ou de Gauss no plano).
5. Interpretação vetorial do Teorema de Green
6. Integral de linha no espaço R^3
7. Integrais delinha que independem de curva de integraçao. Regiões simplesmente conexas.
8. Extensões dos resultados às regiões multiplamente conexas.
9. Aplicações.

IV- Integrais de Superfícies

1. Área de superfície
2. Superfícies em formas paramétricas
3. Superfícies regulares e superfícies regulares por partes.

4. Orientação de superfícies no R^3, segundo a normal (externa) à superfície.
5. Conceito de integral de superfície
6. Aplicações

V-Teoremas sobre integrais de superfície

1. Teorema da divergência ou teorema de Gauss no espaço.
2. Forma vetorial do teorema da divergência
3. Teorema de Stokes
4. Aplicações

c) Número de horas semanais: 6 horas

d) Bibliografia: Courant II, Kaplan, Buck Rudin, Fleming.

Prof.Dr.Mario T.Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

7.a) Disciplina: Analise Superior I

b) Conteudo

Objetivos: Conduzir gradativamente o aluno das noções conhecidas dos espaços euclideanos, através dos espaços métricos, às noções da topologia Geral.

I. Topologia dos espaços euclideanos

II. Espaços Métricos:

Definição
Conjuntos abertos e fechados
Métrica induzida
Funções contínuas e espaços compactos

III. Espaços Topológicos

Definição
Abertos e fechados
Bases
Funções contínuas
Topologia induzidas
Espaços conexos
Espaços produto
Espaços compactos.

IV. Aplicações

Métodos Utilizados:

Exposição em aulas e fixação através de exercícios, com a orientação do professor.

c) Número de aulas semanais: 4 horas

d) Bibliografia:

Elementos de Topologia Geral: Elon L. Lima
General Topology. Coleção Schaum

Prof. Dr. Mario T. Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

9. a) Disciplina: Variáveis Complexas e Matemática Aplicada I.

b) Conteúdo:

I - Números Complexos: Definição e Propriedades.

Representação Geométrica.

Forma Polar. Produtos, Potências. Quocientes. Extração de Raiz.

II - Funções Analíticas

Função Variável Complexa. Limites. Teorema de Limites. Continuidade.

III - Funções Analíticas: Diferenciação. Fórmulas. Condições de Cauchy-Riemann. Condição Suficiente.

Funções Analíticas e Funções Harmônicas.

IV - Funções Elementares. Função Exponencial.

Funções Trigonométricas.

Função Logarítimica. Propriedades.

Funções Trigonométricas inversas.

V - Integral

Contôrno. Parametrização. Comprimento de arco. Integrais definidas. Integrais de linha. Exemplos.

Teorema de Cauchy-Goursat. Consequencias. (Regiões simplesmente conexas).

Integral indefinida. Formula integral de Cauchy.

Derivadas de funções analíticas.

Teorema de Morera, Teorema de Liouville

Máximo Módulo de funções. Teorema fundamental da Algebra.

VI- Séries de Potências: Série de Taylor. Observações e exemplos

Série de Laurent.

Propriedades de séries. Convergência uniforme.

Integração e diferenciação de séries de potências

Unicidade de representação por série de potencias

Zeros de Função Analítica

VII- Resíduos e Polos. Resíduo e Teorema do Resíduo.

Polos. Quocientes de Funções analiticas.

VIII- Cálculo de integrais reais impróprias

Integrais impróprias envolvendo funções trigonométricas.

Integrais definidas de funções trigonométricas.

c) Nº de horas semanais: 4 horas

d) Bibliografia: Churchil, Chaim, Alfora.

1. a) Disciplina: Cálculo Diferencial e Integral I

b) Conteúdo:

Conjuntos Numéricos - Números reais - Conjuntos lineares - Vizinhança de um Ponto - Ponto de Acumulação - Ponto Interior.

Funções Reais de Variável Real - Gráfico de uma Função - Alguns tipos importantes de funções - Classificação das Funções - Composição de funções - Funções inversíveis - Operações com funções - Funções limitadas.

Limite e Continuidade - Limite - Limites laterais - Infinitésimos - Limites infinitos - Limites laterais infinitos - Primeiro limite fundamental - Continuidade - Operações com funções contínuas.

Diferenciabilidade - Diferencial de uma função - Derivadas laterais - Relação entre continuidade e diferenciabilidade Operações com funções diferenciáveis - Derivadas das funções trigonométricas - Derivadas das funções inversas das trigonométricas - Derivadas de ordem superior - Funções de classe c^k - Máximos e mínimos - Estudo da concavidade de curvas - Localização de pontos de máximo e mínimo - Análise do gráfico de uma função - Extensões do teorema da média - Formas indeterminadas - Cálculo das formas indeterminadas.

Integração - Integrais indefinidas - Teorema da substituição - Integração por partes - Integral definida - Integral como limite - Função integral - Relação entre integral indefinida e integral definida - Integração por substituição Integração por partes - Construção da função logaritmo - Derivada da função logarítmo - Gráfico da função logarítmo - Logarítmo numa base a - Função exponencial - Derivada da função exponencial - Derivada de funções que envolvem potências - Segundo limite fundamental Cálculo de algumas integrais importantes - Funções hiperbólicas - Derivadas - Funções inversas das hiperbólicas - Derivadas - Métodos de integração - Números complexos - Integração de funções racionais.

Aplicações da Teoria de Integração - Área entre curvas - Cálculo de volumes de Rotação - Comprimento de arco para curvas regulares.

c) Número de horas semanais : 8 horas

d) Bibliografia: Lang, Murnaghan, Demidovich, Tomas, Courant e Notas de Aula. (Táboas, Pôrto e Rodrigues)

12. a) Disciplina: Análise no R^n (Optativo)

b) Conteúdo:

Capítulo I: (o espaço euclidaano n-dimensional) - O produto escalar e a métrica em R^n - Sequências em R^n - Conjuntos compactos de R^n - Conexão - Complementos - .

Capítulo II (Funções vetoriais com valores vetoriais) - Limites e continuidade - Aplicações lineares - Relações entre continuidade e compacidade - continuidade uniforme - continuidade e conexão - o teorema da projeção.

Capítulo III :(Derivadas de funções vetoriais com valores vetoriais) - Definição de aplicação diferenciável - Generalização para espaços normados - comentário sobre normas - Derivadas parciais - A derivada da função composta - Derivadas direcionais - Hiperplano tangente a uma hipersuperfície - Funções de classe C^p $(p \geq 1)$ - Rudimentos sobre integração de funções com valores vetoriais - O teorema da média.

Capítulo IV: (Máximos e mínimos relativos) - Condições necessárias e suficientes para existencia de máximos e mínimos - Pontos singulares de curvas e superfícies.

Capítulo V: (Os teoremas da função inversa e da função implícita) - Teorema da função inversa - o teorema da função implícita - máximos e mínimos condicionados - Regra dos multiplicadores de Lagrange.

c) Número de horas semanais: 6 horas

d) Bibliografia:

Livro texto: Introdução à Análide, José de Barros Neto, 6º colóquio Brasileiro de Matemática.

Outras referências.

1. Análise no espaço R^n, Elon Lages Lima
2. Analysis I, Serge Lang
3. M. Spivak, Calculus on Manifolds
4. Differential Calculus, Henri Cartan.

Prof. Dr. Mario F. Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

Fl. nº 02
Proc. n.o
Fub.:

CURSO DE MATEMÁTICA

Disciplinas do 2º período letivo de 1973

1.	Álgebra Linear II	03
2.	Álgebra Moderna II	04
3.	Análise Superior II	05
4.	Calculo Avançado e Equações Diferenciais II	06
5.	Calculo Diferencial e Integral II	07
6.	Calculo Numérico II	08
7.	Geometria Analítica II	09
8.	Geometria Descritiva e Desenho Geométrico	10
9.	Prática de Ensino	11
10.	Didática Geral	12
11.	Estrutura e Funcionamento do Ensino de II Grau	15
12.	Educação Física	17
13.	Estudo de Problemas Brasileiros	18
14.	Variaveis Complexas e Matemática Aplicada II	19
15.	Fundamentos da Matemática Elementar II	20
16.	Operadores em Espaços de Hilbert (OP)	21
17.	Teoria dos Números (OP)	22
18.	História da Matemática (OP)	23
19.	Física Geral e Experimental II	24
20.	Física Geral e Experimental IV	27
21.	Mecânica II	30
22.	Análise Real- optativa -	33

GOVÊRNO DO EST. DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
CURSO de ANÁLISE SUPERIOR II
2º Semestre Letivo de 1973 - 6 horas semanais
Prof. Responsável : SOLANGE MANCINI

OBJETIVOS : Utilização das noções recebidas em Topologia I de modo a habilitar o aluno ao uso das principais técnicas da topologia Geral.

CONTEÚDO :

I - Axiomas da separação

II - Completamento dos espaços métricos : sequências, sequências de Cauchy, espaços métricos completos, completamento de um espaço métrico.

III - Topologia quociente : definições e propriedades.

IV - Topologia em espaços de funções.

BIBLIOGRAFIA :

Elementos de Topologia Geral : Élon Lages Lima
General Topology : Coleção Schaum.

Profª. Solange Mancini

Prof.Dr. Mário Tourasse Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

GOVÊRNO DO EST. DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE CÁLCULO AVANÇADO E EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II
2º semestre letivo - 1973 - 6 horas semanais
Prof. Responsável : IRWEN VALLE GUADALUPE

PROGRAMA

1 . Introdução e nomenclatura
2 . Equações Diferenciais de Variáveis Separáveis
   i) Equações homogêneas
   ii) Casos reduzíveis a uma equação homogênea.
3 . Equações diferenciais exatas
   i) Equação diferencial linear
   ii) Equação de Bernouille
   iii) Equação de Riccati
4 . Teorema de existência e unicidade
5 . Aplicações do processo de Piccard.
6. Sistemas de equações diferenciais ordinárias
7 . Equação de ordem n escrita como um sistema n - dimensional
8 . Sistemas de equações diferenciais lineares .
9 . Equação linear de ordem n
10 . Aspéctos qualitativos sobre equações diferenciais ordinárias

Irwen Valle G.
Prof. Irwen Valle Guadalupe

Mario Tourasse Teixeira
Prof. Dr. Mario Tourasse Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

GOVÊRNO DO EST. DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

07

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II
2º Semestre de 1973 - 6 horas semanais
Prof. Responsável : LUIZ ROBERTO DANTE

PROGRAMA

I. Integração de funções contínuas. Continuidade uniforme para função de uma variável.

II. Sequência e Séries Numéricas

(a) Sequências e séries numéricas
Convergência, Critério de Cauchy, testes de convergência para Séries, Convergência absoluta, Séries alternadas.

(b) Sequências e séries de funções
Convergência Uniforme, teste de Weirstrass, teoremas de Integração e derivação termo a termo, Séries de Potência, Operações com séries.

III. Funções de várias Variáveis

(a) Noções topológicas no $\mathbb{R}^n$ (apenas definições e exemplos) : conjuntos abertos, fechados e compactos ; vizinhanças ; teorema de Bolzano - Weirstrass - Teorema de Heine - Borel.

(b) Funções de Várias Variáveis : definição , gráfico, limite , continuidade e continuidade uniforme.

(c) Funções Diferenciáveis
Derivadas parciais, Derivadas de Ordem Superior, Funções de Classe C^n, Diferenciação de Funções Compostas, Funções Diferenciáveis, Relação entre Funções com Derivadas Parciais e Funções Diferenciáveis, Derivada Direcional, Gradiente, Plano Tangente a uma Superfície , Divergente e Rotacional.

(d) Máximos e Mínimos condicionados
Multiplicadores de Lagrange.

DURAÇÃO : 90 horas -
BIBLIOGRAFIA : Courant, Thomas, Kaplan, Buck, Rudin, Demidovich, Widder, Fleming, Knopp.

GOVÊRNO DO EST. DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
Curso de VARIÁVEIS COMPLEXAS E MATEMÁTICA APLICADA II
2º Semestre de 1973 - 4 horas semanais
Prof. Responsável : V A G O

PROGRAMA

I - Séries de Potências - Série de Taylor - Observações e exemplos - Série de Laurent - Propriedades de Séries - Convergência uniforme - Integração e Diferenciação de Séries de Potências - Unicidade de representação por Série de Potências - Zeros de Função Analítica .

II - Resíduos e Polos - Resíduo e Teorema de Resíduo - Polos - Quocientes de Funções Analíticas .

III - Cálculo de integrais reais impróprias - Integrais impróprias envolvendo funções trigonométricas- Integrais definidas de funções trigonométricas.

BIBLIOGRAFIA : - Churchill, Chaim, Alforhs .

Prof. Responsável

Prof.Dr.Mário Tourasse Teixeira
Chefe do Depto. de Matemática

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal 178
CEP 13.500 - RIO CLARO - Est. de São Paulo - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
Disciplina : ANÁLISE REAL (Optativa)
Curso de Matemática
2º Período Letivo - 1973 - 4 horas semanais
Professor Responsável : Solange Mancini

PROGRAMA

I - MEDIDA DE LEBESGUE
1. Introdução
2. Medida Exterior
3. Conjuntos Mensuráveis e Medida de Lebesgue
4. Um conjunto não mensurável
5. Funções Mensuráveis

II - INTEGRAL DE LEBESGUE
1. Integral de Riemann
2. A integral de Lebesgue de uma função limitada sobre um conjunto de medida finita
3. A integral de uma função não negativa
4. A integral geral de Lebesgue

III - Diferenciação e Integração
1 - Diferenciação de Funções Monótonas
2 - Funções de Variação Limitada
3 - Diferenciação de uma Integral

BIBLIOGRAFIA : Real Analysis
H.L.Hoyden

Rio Claro, agôsto de 1973

Solange Mancini

Profª. Solange Mancini

ANEXO N

CONJUNTO DE PROGRAMAS DE ALGUMAS DISCIPLINAS DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA FFCL DE RIO CLARO PARA O ANO DE 1974

RELAÇÃO DOS PROGRAMAS CURSADO NO CURSO DE MATEMÁTICA LICENCIATURA - 1974.

01. Complementos de Matemática
02. Física Geral e Experimental I
03. Física Geral e Experimental II
04. Complementos de Matemática: Combinatória
05. Álgebra Moderna
06. Matemática Mecância II
07. Física Geral e Experimental IV
08. Estatística Matemática: Inferência Estatística
09. Cálculo Diferencial e Integral com Várias Variáveis
10. Geometria Analítica:Redução de Quádricas
11. Álgebra Linear: Espaços Euclidianos e Unitários
12. Geometria Descritiva
13. Equações Diferenciais
14. Cálculo Numérico: Introdução à Computação
15. Análise Superior: Análise Funcional
16. Estatística Matemática: Inferência Estatística
17. Matemática Aplicada
18. Geometria Superior: Variedades
19. Lógica Matemática
20. Tópicos em Ensino da Matemática
21. Análise do IR^n
22. Estudos de Problemas Brasileiros
23. Educação Física
24. Didática
25. Estrutura e Funcionamento do Ensino de II Grau
26. Psicologia da Educação (Adolescência)
27. Álgebra Moderna: Grupos
28. Geometria Superior: Generalidades
29. Geometria Diferencial: Variedades
30. Álgebra Moderna: Anéis e Corpos
31. Cálculo Diferencial e Integral
32. Geometria Analítica
33. Álgebra Linear
34. Cálculo Avançado
35. Geometria
36. Variáveis Complexas

37. Geometria Superior: Generalidades
38. Estatística Matemática: Probabilidades e Variáveis Aleatórias
39. Cálculo Numérico
40. Análise Superior: Topologia
41. Didática Especial e Prática de Ensino
42. Psicologia da Educação (Aprendizagem)
43. Educação Física
44. Física Geral e Experimental I
45. Mecânica Geral I
46. Programa de Estudos de Problemas Brasileiros
47. Teoria dos Conjuntos
48. Teoria dos Números
49. Tópicos de Análise - Opt.
50. Matemática Construtiva - Opt.

1º e 2º Semestre 1974.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de MATEMATICA
Disciplina : CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL - Código M 3
Número total de horas : 120
Número de Créditos : 08

PROGRAMA

Cálculo Diferencial e Integral com uma Variável

Reais e a reta : estrutura algébrica, de ordem, topológica e métrica.
Funções, limite, continuidade.
Curvas no plano.
Aproximação Linear, Tangente, Diferencial, Derivada. Teorema de Média. Máximo e Mínimo. Estudo de funções simples e curvas simples no plano. Aplicações.
Integral definida. Primitiva. Teorema fundamental do Cálculo. Integrais impróprias. Cálculo de áreas. Comprimento de curva. Aplicações.
Aproximação de funções. Desenvolvimento em Séries de Taylor. Funções exponencial, logarítmica, trigonométricas, etc.
Equações diferenciais simples.

Bibliografia : Moise, Kaplan - Lewis, Lang, Courant, Thomas e Notas de Aula.

Profª. Solange Mancini
Prof. responsável

Prof. Dr. Mário Tourasse Teixeira
Chefe do Depto. Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de MATEMÁTICA
Disciplina : ANÁLISE SUPERIOR - TOPOLOGIA - Código M 17
Número Total de Horas : 60
Número de Créditos : 04

PROGRAMA

Espaços Topológicos. Funções Contínuas e Homeomorfismos. Espaços Particulares, Compacidade, Conexão. Espaço Produto e Espaço Quociente. Compatificação.

Métricas e Topologias associadas. Isometrias. Metrização.

A noção de completo. Completamento.
Idéia de Homotopia e Homologia.

Bibliografia : Lages Lima, Simmons, Lipschutz,

Prof.Dr. Mário T.Teixeira
- Responsável -

Prof.Dr. Mário T.Teixeira
Chefe do Depto.Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de MATEMÁTICA
Disciplina : CÁLCULO AVANÇADO - Código M 11
Número Total de Horas : 90
Número de Créditos : 06

PROGRAMA

Sequências. Teorema de Bolzano-Weierstrass , Heine - Borel e outros
Séries. Testes de convergência. Convergência absoluta e uniforme.
Derivação e integração termo a termo.
Espaços de funções. Convergência uniforme, em média, etc .
Convexidades. Funções convexas e máximos e mínimos.
Introdução à Teoria da integração.

[Revisão do Cálculo Diferencial e Integral com mais ênfase no rigor e demonstração do teorema fundamental como Bolzano-Weierstrass, Heine Borel, termo de função inversa, funções implícitas, Teorema de Stokes geral, etc.]

Bibliografia : Kaplan - Lewis, Rudin , Buck, Fleming , Courant, Knopp .

Luiz Roberto Dante
Prof.Luiz Roberto Dante
Prof. Responsável

Mário Tourasse Teixeira
Prof.Dr. Mário Tourasse Teixeira
Chefe do Depto. Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de MATEMÁTICA
Disciplina : TÓPICOS DE ANÁLISE (Optativa) - Código
Número total de horas : 60
Número de Créditos : 04

PROGRAMA

CAP. 1 : Os números Reais
- 1.1 - Conjuntos e Funções
- 1.2 - Os números Racionais
- 1.3 - Inf e Sup
- 1.4 - Os Números Reais
- 1.5 - Desigualdades

CAP. 2 : Limites
- 2.1 - Topologia e Convergência
- 2.2 - Seqüências de funções

CAP. 3 : Funções Deriváveis
- 3.1 - A derivada
- 3.2 - Operações com funções deriváveis
- 3.3 - Derivação de funções compostas
- 3.4 - O Teorema do valor médio

Cap. 4 : A Integral
- 4.1 - A noção de área
- 4.2 - Integral superior e inferior
- 4.3 - A integral
- 4.4 - A integral como limite .

CAP. 5 - Relações entre Derivação e Integração
- 5.1 - Existência de primitivas
- 5.2 - O Teorema fundamental do Cálculo
- 5.3 - Mudança de variável nas integrais
- 5.4 - Integração por partes
- 5.5 - Teoremas do valor médio p/integrais

Bibliografia : Figueiredo, Djairo Guedes - Análise na Reta, IMPA , Rio de Janeiro (1973) .

Calendário - 4 horas -aula semanais
Terças feiras - 14 às 18 horas

Prof. Edison Righeto

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de MATEMÁTICA
Disciplina : VARIÁVEIS COMPLEXAS: Código M 33
Número Total de horas : 60
Número de Créditos : 04

PROGRAMA

O corpo dos complexos ; propriedades algébricas
Funções analíticas. Transformações conformes.
Funções elementares.
Séries de potências. Desenvolvimento em série
Integração complexa. Teorema de Cauchy - Goursat.
Fórmula integral de Cauchy. Teorema de Liouville.
Teorema fundamental de Álgebra
Singularidades isoladas. Desenvolvimento em séries
de Laurent. Teorema dos Resíduos. Aplicações.

BIBLIOGRAFIA : Churchill, Chaim, Alforhs .

Luiz Roberto Dante
Prof. Luiz Roberto Dante
Prof. Responsável

Mário Tomanik Teixeira
Prof.Dr. Mário T.Teixeira
Chefe do Depto.Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMATICA
ANALISE NO $\mathbb{R}^n$
Optativa
Prof. responsável: Anízio Perissinoto Jr.
Carga horária semanal: 04 horas

Conteúdo

Capítulo I: (o espaço euclidiano n-dimensional) - O produto escalar e a métrica em $\mathbb{R}^n$ - Sequências em $\mathbb{R}^n$ - Conjuntos compactos de $\mathbb{R}^n$ - Conexão - Complementos .

Capítulo II (Funções vetoriais com valores vetoriais) - Limites e continuidade - Aplicações lineares - Relações entre continuidade e compacidade - continuidade uniforme - continuidade e conexão - o teorema da projeção.

Capítulo III: (Derivadas de funções vetoriais com valores vetoriais) - Definição de aplicação diferenciável - Generalização para espaços normados - comentário sobre normas - Derivadas parciais - A derivada da função composta - Derivadas diredionais - Hiperplano tangente a uma hipersuperfície - Funções de classe c^p $(p \geqslant 1)$ - Rudimentos sobre integração de funções com valores vetoriais - O teorema da média.

Capítulo IV: (Máximos e mínimos relativos) - Condições necessárias e suficientes para existencia de máximos e mínimos - Pontos singulares de curvas e superfícies.

Capítulo V: (Os teoremas da função inversa e da função implícita) - Teorema da função inversa - o teorema da função implícita - máximos e mínimos condicionados - Regra dos multiplicadores de Lagrange.

Bibliografia:

Livro texto: Introdução à Análise, José de Barros Neto, 6º Colóquio Brasileiro de Matemática.

Outras referências:

1. Análise no espaço $\mathbb{R}^n$, Elon Lages Lima
2. Analysis I, Serge Lang
3. M. Spivak, Calculus on Manifolds
4. Differential Calculus, Henri Cartan

Rio Claro, maio de 1974
Anízio Perissinoto Jr.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

Departamento de Matemática
Curso de Matemática - 6º período curricular - 1974
M18 - ANÁLISE SUPERIOR: ANÁLISE FUNCIONAL
Professor responsável: Edison Righetto
Carga horária semanal: 04 horas

Conteúdo

Espaços Funcionais - Convergências e Métricas - Métrica de convergência uniforme - Convergência em Média - Aproximação por polinomios - Teorema de Weierstrass - Espaços normados e de Banach Espaço de Hilbert - Operadores em Espaço de Hilbert, Técnica Espectral - Exemplos e Aplicações - Complemento de espaços funcionais e Teoria de integração - O espaço L_2

Bibliografia: Lages Lima, Narice & Bachmann, Chaim, Simmons, Goffmann & Pedrick.

Rio Claro, maio de 1974

p/Prof. Edison Righetto

Visto :

Prof. Dr. Irineu Bicudo
Chefe do Depto. de Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
Curso de Matemática
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL COM VÁRIAS VARIÁVEIS - M4 -
2º Período Letivo - 1974
Professor Responsável - Profª. SOLANGE MANCINI
Carga horária semanal - 08 horas semanais

CONTEÚDO

Estrutura Algébrica, Topológica e Métrica dos $\mathbb{R}^n$.
Aplicações de $\mathbb{R}^m \longrightarrow \mathbb{R}^n$.
Aproximação linear e tangência.
Diferencial.
Derivadas direcionais e parciais.
Jacobiano.
Teorema de função inversa e das funções implícitas.
Máximos e mínimos.
Multiplicadores de Lagrange. Aplicações.
Variedades imersas no $\mathbb{R}^n$
Curvas no $\mathbb{R}^3$.
Fórmulas de Frenet. Aplicações.
Integração.
Cálculo de Integração.
Áreas e Volumes. Aplicações.
Formas diferenciais .
Integração de formas.
Teorema de Stokes geral e casos particulares.
Aplicações.
Diferencial exata .

Bibliografia : Lang, Kaplan, Courant, Thomas, Buck, Rudin, Fleming, Widder e Notas de Aulas.

Rio Claro, maio de 1974

Solange Mancini
Profª. Solange Mancini

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
Curso de Matemática - 4º período letivo - 1974
M14 - EQUAÇÕES DIFERENCIAIS
Prof. responsável - Luiz Roberto Dante
Carga horária semanal: 06 horas

Conteúdo

Familias de curvas. Equações Diferenciais. Teorema de existencia e unicidade - Alguns tipos simples de equações diferenciais Equações exatas - Equações lineares homogêneas com coeficientes constantes - Equações lineares com coeficientes constantes ou homogêneos - Exemplos físicos e aplicações - Equação linear geral - Variação de Parâmetros - Estudo de algumas equações importantes de segunda ordem. Aplicações.

Bibliografia: Kaplan, Coddington, Ayres Jr.
Wilder e Notas de aula.

Rio Claro, maio de 1974

Luiz Roberto Dante

Prof. Luiz Roberto Dante

Visto:

Prof. Dr. Irineu Bicudo
Chefe do Depto. de Matemática

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIO CLARO
Rua 10 n. 2527 - Telefones 2804 - 3802 - Caixa Postal, 178
CEP 13500 - RIO CLARO - SP - BRASIL

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
Curso de Matemática - 6º período curricular - 1974
M24 MATEMATICA APLICADA
Professor responsável: Dr. Mario Tourasse Teixeira
Carga horária semanal: 04 horas

Conteúdo

Séries de Fourier - Funções ortogonais - Convergência em Média - O espaço L_2 - Teoremas de Convergência - Polinômios ortogonais - Aplicações - Transformada de Laplace - Transformada de Fourier - Aplicações - Introdução as distribuições - Equações à derivadas parciais - Separação de variáveis - Alguns tipos de equações - Aplicações.

Bibliografia: Churchill, Chaim, Alforhs.

Rio Claro, maio de 1974

Prof. Dr. Mario T. Teixeira

Visto:

Prof. Dr. Irineu Bicudo
Chefe do Depto. de Matemática

ANEXO O

PARTE DE UM DOCUMENTO PUBLICADO EM NOVEMBRO DE 1983 ONDE SE ENCONTRAM OS CURRÍCULOS DOS CURSOS DE MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP ENTRE 1977 E 1983

C U R R I C U L O S

1. Licenciatura em Matemática
   (1977 a 1983)

2. Bacharelado em Matemática
   (1976 a 1983)

DEPTO. DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

Chefe: Prof. Dr. Luiz Roberto Dante

NOVEMBRO DE 1983

INTRODUÇÃO

CURSO DE MATEMÁTICA

Modalidades: Licenciatura e Bacharelado.

O curso de Licenciatura Plena em Matemática de Rio Claro foi implantado em 1959 e o de Bacharelado em 1976. Atualmente são oferecidas 40 vagas. Após 2 anos comuns de curso o aluno deve optar por uma das modalidades. Ambos os cursos têm duração de 4 anos, funcionando no período diurno.

A Licenciatura em Matemática tem por objetivo principal formar professores de Matemática para o 1º e 2º graus, enquanto que o Bacharelado forma bacharéis que se dirigem basicamente aos Cursos de Mestrado. Licenciados em Matemática também recebem formação que permite ingresso nos Cursos de Mestrado.

Embora não seja, atualmente, muito comum, não é descartável a possibilidade de formados em Matemática trabalharem em indústrias, empresas estáteis, etc., que usam, em geral, aplicações de Matemática.

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA (ingresso de 1977 até 1980)

(proposta curricular aprovada pelo C.O. em 20/02/78)

(A) Disciplinas obrigatórias - créditos (*)

(*) cada crédito corresponde a 15 hs/aula.

1. Desenho Geométrico e Geometria Descritiva I - 6
2. Desenho Geométrico e Geometria Descritiva II - 6
3. Física Geral e Experimental I - 16
4. Física Geral e Experimental II - 16
5. Cálculo Diferencial e Integral - 12
6. Geometria Analítica e Cálculo Vetorial - 8
7. Álgebra - 8
8. Álgebra Linear - 8
9. Cálculo Numérico - 4
10. Complementos de Matemática - 4
11. Cálculo Avançado - 6
12. Análise Matemática - 6
13. Probabilidade e Estatística - 4
14. Topologia - 4
15. Geometria Superior - 4
16. Geometria I - 4
17. Geometria II - 4
18. Teoria dos Conjuntos - 4
19. Teoria dos Números - 4
20. Variáveis Complexas - 4
21. Fundamentos de Matemática Elementar - 8
22. Introdução à Programação Linear - 4
23. Equações Diferenciais - 4
24. Optativa I - 4
25. Optativa II - 4
26. Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º graus - 4
27. Psicologia Educacional I - 4
28. Psicologia Educacional II - 4
29. Psicologia Educacional III - 4
30. Prática de Ensino do 1º grau - 4
31. Prática de Ensino do 2º grau - 4
32. Didática I - 4
33. Didática II - 2
34. E.P.B. - 4
35. Educação Física - 4
36. História da Matemática - 4

(B) Disciplinas Optativas - 4 créditos cada

1. Tópicos de Ensino da Matemática
2. Problemas em Educação Matemática
3. Geometria Elementar
4. Geometria no Espaço
5. Teoria de Galois
6. Teoria dos Grupos
7. Anéis e Módulos
8. Teoria dos Reticulados
9. Álgebra Universal
10. Análise Exploratória de Dados
11. Geometria Afim e Projetiva
12. Lógica Matemática
13. Tópicos de Fundamentos da Matemática
14. Matemática e Computação
15. Combinatória
16. Simetria e Regularidade
17. Teoria dos Grafos
18. Operador de Fecho

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA (ingresso em 1981/82/83)

(Resolução UNESP Nº 31/80, de 11/07/80).

(A) Disciplinas obrigatórias - créditos* — programa (pág)

(*) 1 crédito corresponde a 15 horas/aula

1. Cálculo Diferencial e Integral I - 12 68
2. Cálculo Diferencial e Integral II - 08 70
3. Análise Real - 04 72
4. Equações Diferenciais - 04 74
5. Funções de Variáveis Complexas - 06 75
6. Geometria Analítica e Vetores - 08 77
7. Geometria Euclidiana - 04 79
8. Topologia - 04 81
9. Aritmética e Álgebra Elementares - 08 82
10. Desenho Geométrico e Geometria Descritiva - 04 84
11. Matemática Elementar sob o ponto de vista avançado - 08 . 85
12. Estruturas Algébricas - 08 87
13. Álgebra Linear - 08 89
14. Probabilidade e Estatística - 08 91
15. Cálculo Numérico - 04 93
16. Introdução à Ciência da Computação - 04 94
17. Processamento de Dados - 04 96
18. Física Geral e Experimental I - 08 97
19. Física Geral e Experimental II - 08 99
20. Didática - 04 100
21. Psicologia - 04 102
22. Prática de Ensino - 08 103
23. Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º grau - 04 . 105
24. E.P.B. - 04 108
25. Educação Física - 04 111
26. Optativa I - 04 .....
27. Optativa II - 04 .....
28. Optativa III - 04 .....

TOTAL DE CRÉDITOS..... 162

(B) DISCIPLINAS OPTATIVAS - créditos* programa (pág)

(*) Todas têm 4 créditos.

1. Tópicos de Ensino da Matemática 113
2. Problemas em Educação Matemática 114
3. Geometria Elementar 115
4. Geometria no Espaço 116
5. Teoria de Galois 117
6. Teoria dos Grupos 118
7. Anéis e Módulos 119
8. Teoria dos Reticulados 121
9. Álgebra Universal 122
10. Análise Exploratória de Dados 123
11. Geometria Afim e Projetiva 124
12. Lógica Matemática 125
13. Teoria Axiomática dos Conjuntos 126
14. Tópicos de Fundamentos da Matemática 127
15. Matemática e Computação 128
16. Combinatória 129
17. Simetria e Regularidade 130
18. Teoria dos Grafos 131
19. Operador de Fecho 132

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA - Resolução UNESP nº 31/80

SEQUÊNCIA CURRICULAR

Disciplinas	Créditos 1º s.	Créditos 2º s.	Pré-requisitos
1º Ano			
Cálculo Diferencial e Int. I	6	6	
Geometria Analítica e Vetores	4	4	
Aritmética e Álgebra Elementares	4	4	
Estruturas Algébricas	4	4	
Física Geral e Experimental I	4	4	
Educação Física	2	2	
	24	24	
2º Ano			
Cálc.Diferencial e Integral II	4	4	Cálc.Dif.e Integral I
Álgebra Linear	4	4	
Geometria Euclidiana	4	-	
Probabilidade e Estatística	4	4	
Física Geral e Experimental II	4	4	
Desenho Geométrico e Geom. Desc.	-	4	Geometria Euclidiana
	20	20	
3º Ano			
Análise Real	4	-	Cálc.Dif. e Integral I
Didática	-	4	
Topologia	4	-	
Psicologia	-	4	
Equações Diferenciais	4	-	Cálc.Dif. e Integral I
Equações de Variáveis Complexas	-	6	co-requisito Cálc.Dif.e Integral II
Matemática Elementar sob o ponto de vista avançado	4	4	pré-requisitos Arit. e Álgebra Elementares Geometria Euclidiana
Cálculo Numérico	-	4	Álgebra Linear
Introdução à C. da Computação	4	-	
	20	22	

4º Ano			
Prática de Ensino	4	4	Geometria Euclidiana Aritmética e Alg.Elem. Didática Psicologia
Optativa	4	-	
Optativa	-	4	
Optativa	-	4	
Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º graus	4	-	
Processamento de Dados	4	-	
Estudos de Problemas Brasileiros	2	2	
	18	14	

Optativas

Tópicos de Ensino da Matemática
Problemas em Educação Matemática
Geometria Elementar
Geometria no Espaço

Matemática Elementar sob o Ponto de Vista Avançado

Teoria de Galois
*Teoria dos Grupos
*Anéis e Módulos
Teoria dos Reticulados
Álgebra Universal

Estruturas Algébricas

Análise Exploratória de Dados
Geometria Afim e Projetiva
*Lógica Matemática
*Teoria Axiomática dos Conjuntos
Tópicos de Fundamentos da Matemática
Matemática e Computação
Combinatória
Simetria e Regularidade
Teoria dos Grafos
Operador e Fecho

*obrigatórias no Bach. (p/ quem entrou no Bach. até 1983).

BACHARELADO EM MATEMÁTICA (proposta C.O. de 20/02/78)

SEQUÊNCIA CURRICULAR

Disciplinas	Créditos 1º sem.	2º sem.
1º ano		
Cálculo Diferencial e Integral	6	6
Álgebra	4	4
Geometria Analítica	4	4
Complementos de Matemática	4	-
Desenho Geométrico	-	4
Física Geral e Experimental I	4	4
Educação Física	2	2
	24	24
2º ano		
Cálculo Avançado	6	-
Análise Matemática	-	6
Álgebra Linear	4	4
Probabilidade e Estatística	4	-
Teoria dos Números	-	4
Computação	4	-
Cálculo Numérico	-	4
Física Geral e Experimental II	4	4
	22	22
3º ano		
Topologia	4	4
Geometria Superior	4	4
Estatística Matemática	4	4
Análise Numérica	4	-
Teoria dos Conjuntos	-	4
Lógica	4	-
Anéis e Módulos	-	4
Equações Diferenciais	4	-
Variáveis Complexas	-	4
	24	24

4º ano

Teoria dos Grupos	4	-
Teoria dos Corpos	-	4
Matemática Aplicada	4	-
História da Matemática	-	4
Análise no R^n	4	-
Medida e Integração	-	4
Introdução à Programação Linear	4	-
Optativa I	4	-
Optativa II	4	-
Optativa III	-	4
Optativa IV	-	4
	24	20

A seguir, colocaremos algumas OBSERVAÇÕES GERAIS que os alunos da Licenciatura e Bacharelado em Matemática precisam saber:

OBSERVAÇÕES GERAIS

1. Alunos especiais: qualquer aluno pode cursar como aluno especial, qualquer disciplina de qualquer curso, desde que haja vagas.
2. Tempo mínimo do curso = 3 anos
   Tempo máximo do curso = 7 anos
3. Matrícula em no mínimo 3 disciplinas, no período fixado para cada ano (art. 68 do Regimento Geral da Unesp).
4. Suspensão de matrícula em todas as disciplinas, no máximo por 2 anos, concedida uma única vez. Não poderá ser concedida no 1º ano (art. 72 do Regimento Geral). A suspensão não conta para o prazo máximo de 7 anos.
5. Para trancar matrícula, respeitar o mínimo de permanecer 3 disciplinas matriculadas (art. 69 do Regimento Geral).
6. NÃO existe pré-requisitos em disciplinas da Licenciatura e do Bacharelado em Matemática.
7. No 1º ano não há trancamento (art. 69 do Regimento Geral).
8. Jubilamento= art. 71 do Regimento Geral= Será cancelada a matrícula do aluno que:
   I- for reprovado por três vezes na mesma disciplina ou Conjunto de disciplinas;
   II- não tenha mais possibilidade de integralizar o currículo de graduação no prazo máximo estabelecido pelo Conselho Federal de Educação (7 anos).
9. Se o aluno faltar mais de 30% numa disciplina, estará reprovado nessa disciplina (art. 78, § 3º do Regimento Geral).
10. Regime Especial de Recuperação = (art. 81 e 82 do Regimento Geral):
    a) disciplinas semestrais= será feito no semestre seguinte com avaliação nos mesmos moldes da disciplina cursada, e será sempre oferecido desde que essa disciplina não esteja sendo oferecida nesse semestre seguinte ao da reprovação. É exigida frequência mínima de 70% na disciplina reprovada;
    b) disciplinas anuais= funciona como uma 2a. época e é feita no máximo até 60 dias após o término do período letivo. Frequência de 70%, como em a);
    c) em ambos os casos, existe regulamentação própria estabelecida pela RUNESP e Congregação do IGCE.

I N D I C E

	Página
Introdução.....	I-1
Licenciatura em Matemática (ingresso de 1977 a 1980) (Proposta C.O. de 20/02/78)	
- disciplinas obrigatórias.....	01
- disciplinas optativas.....	02
- programas das disciplinas obrigatórias.....	03 a 63
- programas das disciplinas optativas.....	113 a 132
Licenciatura em Matemática (ingresso em 1981/82/83) (Resolução UNESP nº 31/80 de 11/07/80)	
- disciplinas obrigatórias.....	64
- disciplinas optativas.....	65
- sequência curricular.....	66
- programas das disciplinas obrigatórias.....	68 a 112
- programas das disciplinas optativas.....	113 a 132
Bacharelado em Matemática (ingresso de 1977 até 1983) (Proposta C.O. de 20/02/78)	
- disciplinas obrigatórias.....	133
- disciplinas optativas.....	134
- sequência curricular.....	135
- programas das disciplinas obrigatórias.....	137 a 185
- programas das disciplinas optativas.....	186 a 215

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Análise Matemática
CURSO : Licenciatura em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 06- 90 horas/aula.

I- OBJETIVO

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Sequências e Séries Numéricas.
   Sequência convergente, limitada e monótona. Sequência de Cauchy . Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de convergência. Séries absolutamente convergentes. Séries condicionalmente convergentes.
2. Funções Reais.
   Funções Limites. Continuidade. Continuidade uniforme.
3. Derivação.
   Derivada. Derivada das funções inversa e composta. Fórmula de Taylor. Série de Potência. Série de Taylor. Funções trigonométricas através de séries de potências.
4. Integração.
   Integral superior e Integral inferior. Integral. Função Integrável. A integral como limite. Condição necessária e suficiente de integrabilidade. Relação entre derivação e integração.
5. Sequências e Séries de funções.
   Sequência de funções. Série de funções. Convergência uniforme. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Função contínua sem derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

III- MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios).

V- CARGA HORÁRIA

90 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalho (exercícios).

VII- BIBLIOGRAFIA

Livro texto: Figueiredo, D.G.- Análise I (L.T.C.).

Bibliografia complementar:

1. Lima, E.L.- Curso de Análise- vol. I.
2. Rudin, W.- Princípios de Análise Matemática.
3. Lang, S.- Análise I.
4. Bartle, R.G.- The Elements of Real Analysis.

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Análise Real
CURSO : Licenciatura em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 04- 60 horas/aula.

I- OBJETIVO

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica . Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Sequências e Séries Numéricas.
   Sequência convergente, limitada e monótona. Sequência de Cauchy . Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de convergência. Séries absolutamente convergentes. Séries condicionalmente convergentes.
2. Funções Reais.
   Funções Limites. Continuidade. Continuidade uniforme.
3. Derivação.
   Derivada. Derivada das funções inversa e composta. Fórmula de Taylor. Série de Potência. Série de Taylor. Funções trigonométricas através de séries de potências.
4. Integração.
   Integral superior e integral inferior. Integral. Função integrável. A integral como limite. Condição necessária e suficiente de integrabilidade. Relação entre derivação e integração.
5. Sequências e Séries de funções.
   Sequência de funções. Série de funções. Convergência uniforme. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Função contínua sem derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

III- MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios).

V- CARGA HORÁRIA

60 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalhos (exercícios).

VII- BIBLIOGRAFIA

Livro texto: Figueiredo, D.G.- Análise I (L.T.C.).

Bibliografia complementar:

1. Lima, E.L.- Curso de Análise- vol. I.
2. Rudin, W.- Princípios de Análise Matemática.
3. Lang, S.- Análise I.
4. Bartle, R.G.- The Elements of Real Analysis.

BACHARELADO EM MATEMÁTICA (ingresso até 1983)

(Proposta C.O. de 20/02/78).

(A) Disciplinas obrigatórias - créditos* - programas - página

(*) 1 crédito corresponde a 15 horas/aula.

1. Cálculo Diferencial e Integral - 12 137
2. Cálculo Avançado - 06 139
3. Análise Matemática - 06 141
4. Equações Diferenciais - 04 143
5. Variáveis Complexas - 04 144
6. Análise no R^n - 04 146
7. Medida e Integração - 04 147
8. Desenho Geométrico - 04 148
9. Geometria Analítica - 08 149
10. Topologia - 08 150
11. Geometria Superior - 08 151
12. Teoria dos Números - 04 153
13. Teoria dos Conjuntos - 04 154
14. Lógica - 04 156
15. História da Matemática - 04 157
16. Complementos de Matemática - 04 158
17. Álgebra - 08 160
18. Álgebra Linear - 08 162
19. Anéis e Módulos - 04 164
20. Teoria dos Grupos - 04 165
21. Teoria dos Corpos - 04 166
22. Probabilidade e Estatística - 04 167
23. Cálculo Numérico - 04 169
24. Análise Numérica - 04 170
25. Computação - 04 171
26. Estatística Matemática - 08 173
27. Matemática Aplicada - 04 175
28. Introdução à Programação Linear - 04 176
29. Física Geral e Experimental I - 08 178
30. Física Geral e Experimental II - 08 180
31. Estudos de Problemas Brasileiros - 04 181
32. Educação Física - 04 184
33. Optativa I - 04 .....
34. Optativa II - 04 .....
35. Optativa III - 04 .....
36. Optativa IV - 04 .....

(B) Disciplinas optativas - 4 créditos cada - Programa (página)

1. Introdução à Análise Funcional..... 186
2. Introdução à Teoria Espectral..... 187
3. Tópicos de Análise Matemática..... 188
4. Cálculo Operacional..... 189
5. Introdução à Teoria das Perturbações..... 190
6. Introdução às Equações Diferenciais Parciais..... 191
7. Tópicos de Equações Diferenciais Ordinárias..... 192
8. Álgebra Multilinear..... 193
9. Álgebra Universal..... 194
10. Teoria dos Reticulados..... 195
11. Tópicos de Geometria Diferencial..... 196
12. Geometrias Não-Euclidianas..... 197
13. Introdução à Teoria dos Modêlos..... 198
14. Funções Recursivas..... 199
15. Introdução à Topologia Algébrica..... 200
16. Matemática e Computação..... 201
17. Tópicos de Fundamentos de Matemática..... 202
18. Simetria e Regularidade..... 203
19. Teoria dos Grafos..... 204
20. Combinatória..... 205
21. Geometria Afim e Projetiva..... 206
22. Análise Discriminante..... 207
23. Aspectos Matemáticos em Taxonomia..... 209
24. Linguagens de Programação..... 210
25. Astronomia Dinâmica..... 211
26. Estrutura de Dados..... 212
27. Inteligência Artificial..... 213
28. Teoria do Conhecimento e Questões do Conhecimento Matemático..... 214

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Análise Matemática
CURSO : Bacharelado em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 06 - 90 horas/aula.

I- OBJETIVO

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Sequências e Séries Numéricas.
   Sequência convergente, limitada e monótona. Sequência de Cauchy. Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de convergência. Séries absolutamente convergentes. Séries condicionalmente convergentes.
2. Funções Reais.
   Funções Limites. Continuidade. Continuidade uniforme.
3. Derivação.
   Derivada. Derivada das funções inversa e composta. Fórmula de Taylor. Série de Potência. Série de Taylor. Funções trigonométricas através de séries de potências.
4. Integração.
   Integral superior e integral inferior. Integral. Função integrável. A integral como limite. Condição necessária e suficiente de integrabilidade. Relação entre derivação e integração.
5. Sequências e Séries de funções.
   Sequência de funções. Série de funções. Convergência uniforme. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Função contínua sem derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

III- MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios).

V- CARGA HORÁRIA

60 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalhos (exercícios).

VII- BIBLIOGRAFIA

Livro texto: Figueiredo, D.G.- Análise I (L.T.C.)

Bibliografia complementar:

1. Lima, E.L.- Curso de Análise- vol. I.
2. Rudin, W.- Princípios de Análise Matemática.
3. Lang, S.- Análise I.
4. Bartle, R.G.- The Elements of Real Analysis.

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Análise no R^n
CURSO : Bacharelado em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 04 - 60 horas/aula.

I- OBJETIVO

Dar ao aluno um embasamento matemático preparando-o para um melhor desempenho em suas pesquisas.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Elementos de espaços vetoriais normados e Aplicações Lineares Contínuas. Conjuntos convexos. Função convexa e côncava. Diferenciação de função a valores reais. Derivada direcional e parcial. Função Diferenciável. Função de classe C^q. Valores extremos. Teorema do valor médio. Função de várias variáveis a valores vetoriais. Aplicação diferenciável. Matriz Jacobiana. Regra da cadeia Desigualdade do valor médio. Fórmula de Taylor. Teorema da função inversa e implícita.

III- MÉTODOS UTILIZADOS

O curso será desenvolvido através de:

a) Aulas teóricas
b) Aulas práticas
c) Trabalho extra-classe por meio de listas de exercícios.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

1) Frequência às aulas.
2) Desenvolvimento das listas de exercícios propostas.

V- CARGA HORÁRIA

60 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e exercícios.

VII- BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Fleming, W.H.- Functions of Several Variables. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
2. Spivak, M.- Cálculus on Manifolds.

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Introdução à Análise Funcional.
CURSO : Bacharelado em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 04 - 60 horas/aula.

I- OBJETIVO

Familiarizar o aluno com técnicas de análise funcional.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Espaços vetoriais normados. Espaços de Banach. Espaços de Hilbert.
2. Funcional de Minkowisky. Espaços localmente convexos.
3. Espaços de operadores lineares. Operadores fechados. Teorema de Hahn-Banach. Princípio da limitação uniforme.

III- MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios).

V- CARGA HORÁRIA

60 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalhos (exercícios).

VII- BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Introduction to Funcional Analysis- Taylor, A.E.
2. Elementos de la teoria de funciones y del Análisis Funcional- Kolmogorov y Fomin.

DEPARTAMENTO : Matemática e Estatística
DISCIPLINA : Tópicos de Análise Matemática
CURSO : Bacharelado em Matemática
PERÍODO E ANO LETIVO :
DOCENTE :
CRÉDITOS : 04 - 60 horas/aula.

I- OBJETIVO

Visa formar no aluno um espírito mais profundo de análise dando uma apresentação mais refinada dos conceitos de análise.

II- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Funções de Variação Limitada.
2. Integral de Rieman Stieltjes: Teoria Geral.
3. Sucessões e séries de funções.
   Derivação e Integração termo a termo.
   Equicontinuidade e Teorema Ascoli.
4. Convergência das Integrais Impróprias de Riem n Stieltjes.

III- MÉTODO UTILIZADO

Aulas expositivas.

IV- ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas e trabalhos (exercícios).

V- CARGA HORÁRIA

60 horas/aula.

VI- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Provas e trabalhos (exercícios).

VII- BIBLIOGRAFIA BÁSICA

(T. Apostol)- Princípios de Análise Matemática-Rudin.

Mathematical Analysis. T. Apostol.

ANEXO P

PARTE DO DIÁRIO DE CLASSE DE 1976 DA DISCIPLINA DE CÁLCULO AVANÇADO DO CURSO DE MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP

GOVÊRNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro

Diário de Classe

Disciplina:
~~Cadeira~~ CÁLCULO AVANÇADO

Ano 1976

1º semestre

Curso MATEMÁTICA

Período da

Professor

SÃO PAULO

E LETRAS DE RIO CLARO

MENSAL

Horário: .....

.....

Professor: .....

Departamento: .....

lo Avançado — Disciplina

Matemática — Curso

Nº DE CRÉDITOS

DIA	DIA	Números	MATÉRIA LECIONADA
		1	Definição de Analise Matemática
		2	Racionais
		3	Imagem da reta racional
		4	Limites de funções
		5	Definição de Sequência
		6	Definição de Função
		7	Derivada
		8	Interpretação Geometrica da derivada.
		9	Continuidade
		10	Noções de Integral
		11	Funções reais de "duas" variáveis reais.
		12	Analise Vetorial
		13	Introdução as quadricas.
		14	Segmento orientado.
		15	Propriedades de Segmentos
		16	Produto de um nº Real por um Vetor
		17	Definição de Espaço Vetorial
		18	
		19	
		20	
		21	
		22	
		23	
		24	
		25	
		26	
		27	
		28	
		29	
		30	
		31	
		32	
		33	
		34	
		35	
		36	
		37	
		38	
		39	
		40	
		41	
		42	
		43	
		44	
		45	
		46	
		47	
		48	
		49	
		50	
		51	
		52	
		53	
		54	
		55	

AS DE RIO CLARO

Horário: .....

Professor: .....

Departamento: .....

Cálculo Avançado — Disciplina

Matemática — Curso

DIA	Números	MATÉRIA LECIONADA
	1	Definição de função de $\mathbb{R}^2$ em $\mathbb{R}$
	2	
	3	Definição de restrição de uma fun-
	4	ção. Observação
	5	
	6	Propriedades - Exercícios
	7	
	8	Continuidade
	9	
	10	Exercícios
	11	
	12	Teoremas fundamentais.
	13	
	14	1) Se continuidade da soma
	15	
	16	2) " " " diferença
	17	
	18	3) " " " produto
	19	
	20	4) " " " coeficiente
	21	
	22	5) " " " Inversa.
	23	
	24	
	25	Exercícios e fórmulas.
	26	
	27	
	28	
	29	
	30	
	31	
	32	
	33	
	34	
	35	
	36	
	37	
	38	
	39	
	40	
	41	
	42	
	43	
	44	
	45	
	46	
	47	
	48	
	49	Obs: Os dias 15 e 16 não
	50	houve aula dias letivos
	51	sendo dias de Semana Santa.
	52	
	53	
	54	

)

\S DE RIO CLARO

Horário: .....

.....

Professor: .....

Departamento: .....

Disciplina

Curso

DIA 23

Números

MATÉRIA LECIONADA

limite de funções contínuas de duas variáveis. Exemplos. Funções descontínuas. Curvas de nível. Derivadas parciais - Exemplos. Derivadas de Ordem superior. Propriedades das derivadas parciais. Exercícios. Funções trigonométricas inversas - Exercícios. Teoremas. Lema de Rolle, teorema de Rolle, teorema de Cauchy, teorema da média - Interpretação geométrica. Exercício. Teorema - Demonstração. Exemplo. Teorema - Demonstração. Bases - Dimensão - Extensão de um vetor. Coordenadas ortogonais - Produto escalar - Propriedades - Base Ortogonal. Expressão Cartesiana - Exercícios - Ortogonalidade. Definição de uma função vetorial. Propriedades - Derivada de uma função vetorial - Razão incremental. Propriedades. Demonstração. Regras de derivação. Casos particulares - Exercícios.

ANEXO Q

PROGRAMA DA DISCIPLNA DE ANÁLISE REAL DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP PARA O ANO DE 1993

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

"CAMPUS" DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Disciplina: ANÁLISE REAL

Curso: Matemática (Licenciatura e Bacharelado)

Departamento: Matemática

Créditos/Hs. aula: 06-90 horas/aula	Ano/Sem.: 1º	Alunos por Turma:

Docente/s:

Objetivos: Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático

Conteúdo Programático: 1. Seqüências e Séries Numéricas. Sequências Convergentes, limitada e monótona. Sequência de Cauchy. Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de convergência. Série absolutamente convergentes Séries condicionalmente convergentes. 2. Funções Reais. Funções Limites. Continuidade Continuidade uniforme. 3. Derivação. Derivada. Derivada das funções inversas e composta. Fórmula de Taylor. Série de Potência. Série de Taylor. Funções Trigonométricas através de séries de potências. 4. Integração. Integral superior e integral inferior. Integral. Função integrável. A integral como limite. Condição necessária e suficiente de integrabilidade. Relação entre derivação e integração. 5. Seqüências e Séries de funções. Sequência de funções. Série de funções. Convergência uniforme. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Função contínua sem derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

Conteúdo Programático (continuação):

Metodologia de Ensino: O curso será desenvolvido através de aulas expositivas

Critérios de Avaliação: A avaliação será realizada através de provas e trabalhos (exercí - cios)

Bibliografia Básica:

Livro Texto: FIGUEIREDO, D.G. - Análise - I (L.T.C.)

Bibliografia complementar

LIMA, E.L . Curso de Análise - vol. I
RUDIN, W. - Princípios de Análise Matemática
LANG, S. - Análise I
BARTLE, R.G. - The Elements of Real Analysis

Aprovado pela Congregação em 26.10.93.

ANEXO R

PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA E DE ANÁLISE REAL DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTOCA DO IGCE DA UNESP (ANO INDETERMINADO)

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
"CAMPUS" DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Departamento: Matemática e Estatística
Disciplina: ANÁLISE MATEMÁTICA
Curso: Matemática (Licenciatura)
Período ou Ano Letivo:
Docente:
Créditos: 06 (seis) - 90 horas/aula
Número máximo de alunos por turma:

I - OBJETIVOS

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica.
Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

I - Números reais; construção axiomática dos números reais. Cardinalidade e conjuntos.

II - Função real de variável real
1. Continuidade. Continuidade uniforme. Continuidade em conjuntos compactos e conexos.
2. Derivação e Integração. Derivada da inversa de uma função. Máximos e mínimos. Convexidade. Integral superior e inferior. Condições de integrabilidade. Teorema fundamental do cálculo.
3. Integração imprópria. Critérios de convergência e divergência.

III - Sequência e série
1. Sequências e séries numéricas. Limite superior e inferior de uma sequência. Critérios de convergência. Convergência absoluta e condicional.
2. Sequência de funções. Série de funções. Testes de convergência. Convergência uniforme. Convergência uniforme e continuidade. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Família equicontinua de funções. Teorema da aproximação de Werstrass. Série de Potências. Teoria Tauberiana. Série de Fourier.

III - MÉTODOS UTILIZADOS

O curso será desenvolvido através de:
1. Aulas teóricas
2. Aulas práticas
3. Trabalho extra-sala por meio de listas de exercícios

IV - ATIVIDADES DISCENTES

1. Frequência às aulas teóricas
2. Desenvolvimento das listas de exercícios proposta

V - CARGA HORÁRIA POR ATIVIDADE

90 (noventa) horas

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O aproveitamento no curso será medido, por meio de provas escritas.

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

Rua 10 N.º 2527 - CEP 13500 - Rio Claro - (SP) - Brasil - Caixa Postal, 178 - Telefone (DDD 0195) 34-8777 (PABX)

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
"CAMPUS" DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

LANG, S. - Analysis I.

FIGUEIREDO, D.G. - Análise I.

RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis.

Rua 10 N.º 2527 - CEP 13.500 - Rio Claro - (SP) - Brasil - Caixa Postal, 178 - Telefone (DDD 0195) 34-3777 (PABX)

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
"CAMPUS" DE RIO CLARO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Departamento: Matemática e Estatística
Disciplina: ANÁLISE REAL
Curso: Matemática (Licenciatura)
Período ou Ano Letivo:
Docente:
Créditos: 04 (quatro) - 60 horas/aula
Número máximo de alunos por turma:

I - OBJETIVOS

Desenvolvimento de um raciocínio lógico de cálculo diferencial e integral para funções reais de uma variável real, apresentando conceitos matemáticos de forma clara e rigorosa, preparando o aluno para um melhor envolvimento com a Matemática.

II - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

I - Números reais: construção
Cardinalidade e conjuntos

II - Função real de variável real
1. Continuidade. Continuidade uniforme. Continuidade em conjuntos compactos e conexos.
2. Derivação e Integração Derivada da inversa de uma função. Máximos e Mínimos. Convexidade. Integral Superior e Inferior. Condições de integridade. Teorema fundamental do cálculo.
3. Integração imprópria. Critérios de convergência e divergência.

III - Sequência e Série
1. Sequências e séries numéricas. Limite superior e inferior de uma sequência. Critérios de convergência. Convergência absoluta e condicional.
2. Sequência de funções. Série de funções. Testes de convergência. Convergência uniforme. Convergência uniforme e continuidade. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e integração. Família equicontínua de funções. Teorema de aproximação de Weirstrass. Série de potências. Série de Fourier.

III - METODOS UTILIZADOS

1. Aulas teóricas
2. Aulas práticas (resolução de exercícios)

IV - ATIVIDADES DISCENTES

Frequência às aulas teóricas e práticas e resolução de exercícios propostos.

V - CARGA HORÁRIA POR ATIVIDADE

Aulas teóricas e práticas: 60 horas

VI - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

1. Provas teóricas e práticas escritas e orais
2. Trabalhos extra-classe
3. Seminários

Rua 10 N.º 2527 - CEP 13.500 - Rio Claro - (SP) - Brasil - Caixa Postal, 178 - Telefone (DDD 0195) 34-3777 (PABX)

VII - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

LANG, S. - Analysis I

FIGUEIREDO, D.G. - Análise I

RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis

ANEXO S

PROGRAMA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE REAL DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP PARA O ANO DE 1995

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA (LICENCIATURA E BACHARELADO) 1994

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS): ALICE KIMIE MIWA LIBARDI

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA4085	ANÁLISE REAL		Semestral

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA		06	90 horas/aula

TEÓRICA	PRÁTICA	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	OUTRAS

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

Desenvolvimento de um raciocínio lógico e intuição geométrica. Aprendizagem de conceitos e técnicas necessárias à formação de um matemático.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Sequência e Séries Numéricas. Sequências Convergentes, Limitada e Monótona. Sequência de Cauchy. Critério de Cauchy. Sub-sequência. Série Convergente. Critério de Cauchy. Critérios de Convergência. Série Absolutamente Convergentes. Séries Condicionalmente Convergentes. 2. Funções Reais. Funções Limites. Continuidade . Continuidade Uniforme. 3. Derivação . Derivada. Derivada das Funções Inversas e Compostas. Fórmula de Taylor. Séries de Potência. Série de Taylor. Funções Trigonométricas através de Séries de Potências. 4. Integração. Integral Superior e Integral Inferior. Integral. Função Integrável. A Integral como Limite. Condição necessária e suficiente de Integrabilidade. Relação entre Derivação e Integração. 5. Sequências e Séries de Funções. Sequência de Funções. Série de Funções. Convergência Uniforme. Convergência Uniforme e Derivação. Convergência Uniforme e Integração. Função Continua sem Derivada em ponto algum. Teorema de Arzela e Weierstrass.

METODOLOGIA DE ENSINO
O curso será desenvolvido através de aulas expositivas.
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM
A avaliação será realizada através de provas e trabalhos (exercícios).
EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)
Sequências e Séries Numéricas. Sequência Convergentes. Sequência de Cauchy. Série Convergente. Critério de Cauchy. Funções Reais. Funções Limites. Continuidade. Derivação. Derivada das Funções Inversas. Séries de Potência . Integração. Função Integrável. Relação entre Derivação e Integração . Sequências e Séries de Funções. Convergência Uniforme . Teorema de Arzela e Weierstrass.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA
1.Livro Texto: ÁVILA, G.S. - Introdução à Análise Matemática, LTC - São Paulo, 1993. FIGUEIREDO, D.G. , Análise - I (L.T.C.) Bibliografia Complementar: 2.LIMA, E.L. , Curso de Análise - vol. I. 3.RUDIN. W., Princípios de Análise Matemática. 4.LANG, S. , Análise I. 5.BARTLE, R.G. , The Elements of Real Analysis.

BIBLIOGRAFIA BÀSICA (continuação)

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 21/ 12/ 93 CONSELHO DE CURSO 19 / 08 / 94

CONGREGAÇÃO 31 / 08 / 94

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSÁVEL(EIS)

Alice Kimie Miwa Libardi

ANEXO T

PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA I E DE ANÁLISE MATEMÁTICA II DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP PARA O ANO DE 1996

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA 1996

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS): NATIVI VIANA PEREIRA BERTOLO

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA 5057	ANALISE MATEMATICA I	SEMESTRE	1o.

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA	PRÉ-REQUISITO-MMA4930	04	60

TEÓRICA	PRÁTICA	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	OUTRAS

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

É o refinamento e a conceituação precisa dos conceitos introduzidos no Cálculo, bem como preparar o aluno para os desenvolvimentos subsequentes da Matemática.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Números Reais.
2. Sequências de Números Reais.
3. Séries Numéricas.
4. Limites de Funções.
5. Funções Contínuas.
6. Derivadas.
7. Fórmulas de Taylor e Aplicações

METODOLOGIA DE ENSINO
Através de aulas expositivas.
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM
A Avaliação será feita através de provas e trabalhos (exercícios).
EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)
Construção de Números Reais. Sequências e Séries Numéricas. Limite e Continuidade de Funções Reais a Valores Reais. Derivada de Função Real a Valores Reais.
BIBLIOGRAFIA BASICA
1. LIMA, E.L. - Análise Real. Volume 1 - Coleção Matemática Universitária, IMPA, 1989. 2. LIMA, E.L. - Curso de Análise - volume 1 - Projeto Euclides, IMPA, 1989 6a. edição. 3. STROMBERG, K.R. - An Introduction to Classical Real Analysis. Wadsworth Inc. 1981. 4. BARTLE, R.G. - Elementos de Análise Real. Editora Campus, 1983. 5. RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis, 3a. edição. 6. FIGUEIREDO, D.G. - Análise I - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1975. 7. AVILA, G.S. - Introdução à Análise, Editora Edgard Blucher, SP, 1993.

BIBLIOGRAFIA BASICA (continuação)

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 03/10/95_ CONSELHO DE CURSO 18/04/96
CONGREGAÇÃO 29/04/96

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSAVEL(EIS)

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA (LICENCIATURA E BACHARELADO) 1996

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS): ANTONIO GELONEZE NETO

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA 5065	ANÁLISE MATEMÁTICA II	SEMESTRAL	2o.

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA	PRE-REQUISITO-MMA4930	04	60

TEÓRICA	PRÁTICA	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	OUTRAS

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

Dar continuidade à conceituação precisa e refinamento das idéias introduzi das no Cálculo. Pressupõe-se que o aluno tenha as disciplinas de Cálculo - Diferencial e Integral I e Análise Matemática I.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Integral de Riemann. Propriedades. Integrabilidade segundo Riemann..
2. Integração e derivação. Os teoremas clássicos do Cálculo Integral. Loga rítmios e exponenciais. Integrais impróprias.
3. Sequências e séries de funções. Convergência simples e convergência uni forme. Propriedades. Séries de potências. Funções trigonométricas. Séries de Taylor. Convergência uniforme e derivação. Convergência uniforme e inte gração. Teorema da aproximação de Weierstrass. Teorema de Arzela-Ascoli.

METODOLOGIA DE ENSINO
Através de aulas expositivas.
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM
A Avaliação será feita através de provas e trabalhos (exercícios).
EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)
Séries de Potências. Funções Analíticas. Integral de Riemann. Sequências e Séries de Funções Reais e Valores Reais.
BIBLIOGRAFIA BASICA
1. LIMA, E.L. - Análise Real - volume 1 - Coleção Matemática Universitá - ria, IMPA, 1989. 2. LIMA, E.L. - Curso de Análise - volume 1 - Projeto Euclides, IMPA, 1989 6a. edição. 3. BARTLE, R.G. - Elementos de Análise Real. Editora Campus, 1983. 4. RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis, 3a. edição. 5. STROMBERG, K.R. - Introduction to Classical Real Analysis. Wadsworth, INC., 1981. 6. FIGUEIREDO, D.G. - Análise I. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1975.

BIBLIOGRAFIA BASICA (continuação)

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 03/10/95 CONSELHO DE CURSO 18 / 04 / 96
CONGREGAÇÃO 29 / 04 /96

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSAVEL(EIS)

ANEXO U

PROGRAMAS DAS DISCIPINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA III E DE ANÁLISE MATEMÁTICA IV DO CURSO DE BACHARELADO EM MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP PARA O ANO DE 1998

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA (BACHARELADO) 1998

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS): MARCOS VIEIRA TEIXEIRA

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA 5170	ANÁLISE MATEMÁTICA III	SEMESTRAL	1o.

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA	Cálculo Diferencial e Integral II (Pré)	4	60

TEÓRICA	PRÁTICA	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	OUTRAS

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

Trata de funções de várias variáveis. Essencialmente cuida da parte diferenciação de funções de várias variáveis. Pressupõe-se um conhecimento de Cálculo Diferencial e Integral II e Álgebra Linear. A intuição e interpretação geométrica devem sempre ser utilizadas na discussão das noções de continuidade e diferenciabilidade e dos principais resultados envolvidos mas é indispensável um tratamento analítico aos objetos em estudo, ainda que não podemos perder de vista que se trata de disciplina de graduação. A indissociabilidade da diferenciação e integração, na medida do possível, deve ser enfatizada e a Fórmula de Leibniz é um caminho natural para tanto pois além de acarretar o teorema de Schwarz, obém-se dela a fórmula de inversão da ordem na integral iterada. Ainda, esta disciplina deve oferecer ao estudante um estudo de formas diferenciais de 1o. grau e sua integral bem como um tratamento sobre aplicação diferenciáveis culminando com um estudo dos teoremas da função inversa e implícita.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Espaço Euclidiano
Normas de R^n e sua equivalência. Elementos básicos da topologia de R^n. Teorema de Borel-Lebesgue.
2. Aplicações Contínuas.
Aplicação contínua e uniformemente contínua. Caracterização sequencial de limite.
3. Caminhos.
Caminho diferenciável e sua integral. Caminho retificável. O comprimento de arco como parâmetro.
4. Funções Reais de Várias Variáveis.
Derivada parcial e direcional. Função Diferenciável. Teorema de valor médio. Regra da cadeia. Regra de Leibniz. Teorema de Schwarz. Teorma da Função implícita.
5. Apliações Diferenciáveis
Diferenciabilidade de uma aplicação. Regra da cadeia. Fórmula de Taylor. Desigualdade do valor médio. Teorema da aplicação aberta e teorema da aplicação implícita.
6. Integral Curvilínea.
Forma diferencial de grau 1. Integral de Stiltjes e Critérios de Cauchy. Integral de uma forma ao longo de um caminho. Formas exatas e fechadas.

METODOLOGIA DE ENSINO

O curso será desenvolvido através de aulas teórico-práticas.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A avaliação será realizada através de provas escritas, provas práticas e trabalhos.

EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)

Espaço Euclidiano. Aplicações. Contínuas. Caminhos. Funções Reais de Vá - rias Variáveis. Aplicações Diferenciáveis. Integral Curvilínea.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. LIMA, E.L. - Curso de Análise, vol. 2 - IMPA
2. SPIVAK, M. - Calculus on Manifolds, W.A. Benjamin, Inc.
3. COURANT, R. - Calculo Diferencial e Integral - vol.II. Interscience.
4. APOSTOL, T.M. - Calculus - vol. II, Editorial Reverté S.A.
5. FLEMING, H.W. - Functions of Several Variables - Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
6. BARTLE, R.B. - Elementos de Análise Real. Editora Campos

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 18/MAR/98 CONSELHO DE CURSO 17/JUL/98

CONGREGAÇÃO 31/07/98

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSÁVEL(EIS)

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA (BACHARELADO) 1998

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS):ANÍZIO PERISSINOTTO JUNIOR

OK

26/11/97 Anízio

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA 5189	ANÁLISE MATEMÁTICA IV	SEMESTRAL	2o.

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II (pré)	04	60

TEÓRICA	PRÁTICA	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	OUTRAS

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

Trata de integração de funções de várias variáveis e é uma sequência natural de Análise III. Quanto a abordagem do conteúdo deve-se ter a mesma postura que no Curso de Análise III, ou seja, a intuição e interpretação geométrica devem ser utilizadas como uma fonte de inspiração mas o caráter matemático deve nortear o desenvolvimento do conteúdo.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Integrais Múltiplas.
A integral. Conjunto de medida nula. Caracterização de função integrável. A integral como limite. Integral Repetida. Mudança de Variável.
2. Integrais de Superfície.
Formas alternadas. Formas diferenciais. Partição da unidade. Integral de Superfície. Teorema de Stokes.

METODOLOGIA DE ENSINO

O curso será desenvolvido através de aulas teórico-práticas.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A avaliação será realizada através de provas escritas, provas práticas e trabalhos.

EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)

Integrais Múltiplas. Formas Diferenciais. A Integral de Superfície. Teorema de Stokes.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. LIMA, E.L. - Curso de Análise. vol. 2 - IMPA.
2. SPIVAK, M. - Calculus on Manifolds - W.A. Benjamin, INC.
3. COURANT, R. - Cálculo Diferencial e Integral - vo. II, Interscience.
4. APOSTOL, T.M. - Calculus - vol.II - Editorial Reverté S.A.
5. FLEMING, H.W. - Functions of Several Variables - Addison Wesley Publising Company, INC.
6. BARTLE, R.G. - Elementos de Análise Real. Editora Campos.

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 18 MAR 1998 CONSELHO DE CURSO 01/JUL/1998

CONGREGAÇÃO 31 / 7 /98

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSÁVEL(EIS)

ANEXO V

QUADRO DEMONSTRATIVO DE EQUIVALÊNCIA CURRICULAR PARA OS CURSOS DE BACHARELADO E LICENCIATURA DO IGCE DA UNESP (POSSIVELMENTE DE 1996)

QUADRO DEMONSTRATIVO DA EQUIVALÊNCIA CURRICULAR
(Portaria Ministerial nº 515/79)

CURSO DE LICENCIATURA E BACHARELADO EM MATEMATICA - Reconhecido pelo Decreto Estadual nº 44.529 de 16.Ø2.1965

Aluno (a):
RG. nº

MATERIA	DISCIPLINAS DESDOBRADAS	H.A.	CRED	CURS	N.CURS
Calculo Diferencial e Integral	-Cálculo Dif.e Integral I -Cálculo Dif.e Integral II -Funções de Var.Complexas	18Ø 12Ø 9Ø	12 Ø8 Ø6		
Física Geral	-Física Geral I -Física Geral II -Fís.Geral e Experimental I -Fís.Geral e Experimental II	6Ø 6Ø 12Ø 12Ø	Ø4 Ø4 Ø8 Ø8		
Desenho Geométrico e Geometria Descritiva	-Desenho Geometrico e Geometria Descritiva	6Ø	Ø4		
Geometria Analítica	-Geometria Analítica -Introd.à Algebra Linear	9Ø 6Ø	Ø6 Ø4		
Algebra	-Estruturas Algébricas -Teoria dos Números	12Ø 6Ø	Ø8 Ø4		
Cálculo Numérico	-Cálculo Numérico	6Ø	Ø4		
Geometria Elementar	-Geometria Elementar	6Ø	Ø4		
Aritmética e Algebra Elementares	-Aritmética e Algebra Elementares	12Ø	Ø8		
Introdução à Ciência da Computação	-Introdução à Ciência da Computação	6Ø	Ø4		
Educação Física	-Educação Física	3Ø	Ø2		
Geometria Euclidiana	-Geometria Euclidiana I -Geometria Euclidiana II	6Ø 6Ø	Ø4 Ø4		

MATÉRIAS	DISCIPLINAS DESDOBRADAS	H.A.	CRED	CURS	N.CURS
Análise Real	-Análise Matemática I -Análise Matemática II	6Ø 6Ø	Ø4 Ø4		
Espaços Métricos	-Espaços Métricos	6Ø	Ø4		
História da Matemática	-História da Matemática	6Ø	Ø4		
Probabilidade e Estatística	-Probabilidade e Estatística	12Ø	Ø8		
Fundamentos de Matemática Elementar	-Fundamentos da Matemática Elementar	12Ø	Ø8		
Filosofia da Educação: Questões da Educação Matemática	-Filosofia da Educação: Questões da Educação Matemática	6Ø	Ø4		
Didática	-Didática	12Ø	Ø8		
Psicologia da Educação	-Psicologia da Educação	12Ø	Ø8		
Prática de Ensino	-Prática de Ensino de Matemática (sob a forma de Estágio Supervisionado)	18Ø	12		
Estrutura e Funcionamento do Ensino	-Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º Graus	9Ø	Ø6		
Matemática Elementar do Ponto de Vista Axiomático	-Matemática Elementar do Ponto de Vista Axiomático	6Ø	Ø4		
Algebra Linear	-Algebra Linear	6Ø	Ø4		
Equações Diferenciais Ordinárias	-Equações Diferenciais Ordinárias	6Ø	Ø4		
Geometria Diferencial	-Geometria Diferencial	12Ø	Ø8		
Espaços Topológicos	-Espaços Topológicos	6Ø	Ø4		
Análise no Rn	-Análise Matemática III -Análise Matemática IV	6Ø 6Ø	Ø4 Ø4		

MATÉRIAS	DISCIPLINAS DESDOBRADAS	H.A.	CRED	CURS	N.CURS
Métodos Matemáticos para a Física	-Métodos Matemáticos para a Física	6Ø	Ø4		
Teoria dos Grupos	-Teoria dos Grupos	6Ø	Ø4		
Teoria dos Corpos	-Teoria dos Corpos	6Ø	Ø4		
Lógica Matemática	-Lógica Matemática	6Ø	Ø4		
Teoria dos Conjuntos	-Teoria dos Conjuntos	6Ø	Ø4		
DISCIPLINAS OPTATIVAS		H.A.	CRED	CURS	N.CURS

OBSERVAÇÕES:

1)_ O aluno deverá integralizar um total de Ø8 (oito) créditos em disciplinas optativas para o Bacharelado e Licenciatura.

2)_ O números de créditos para a formação do Bacharel em Matemática é de 184 (cento e oitenta e quatro) e para o Licenciado em Matemática é de 186 (cento e oitenta e seis), excluídos os atribuídos a Educação Física.

SEÇÃO DE GRADUAÇÃO/ IGCE.

ANEXO W

PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA I E DE ANÁLISE MATEMÁTICA II DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IGCE DA UNESP PARA O ANO DE 2007

PROGRAMA DE ENSINO DE DISCIPLINA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO: MATEMÁTICA (BACHARELADO) (CURRÍCULO NOVO)

DEPARTAMENTO RESPONSÁVEL: MATEMÁTICA

DOCENTE(S) RESPOSÁVEL(EIS):

IDENTIFICAÇÃO:

CODIGO	DISCIPLINA	SERIAÇÃO IDEAL	ANUAL/SEM
MMA 5779	ANALISE MATEMATICA I	3 ANO	1o. SEMESTRE

OBRIG/OPTATIVA	PRÉ E CO-REQUISITO	CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA TOTAL
OBRIGATÓRIA	PRÉ-REQUISITO-MMA5767	04	60

TEÓRICA	PRÁTICA OUTRAS	TEOR/PRAT.	OUTRAS	AULAS TEOR.	AULAS PRAT.	TEOR/PRAT	

OBJETIVOS (ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de)

É o refinamento e a conceituação precisa dos conceitos introduzidos no Cálculo, bem como preparar o aluno para os desenvolvimentos subsequentes da Matemática.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (título e discriminação das unidades)

1. Números Reais.
2. Sequências de Números Reais.
3. Séries Numéricas.
4. Limites de Funções.
5. Funções Contínuas.
6. Derivadas.
7. Fórmulas de Taylor e Aplicações

METODOLOGIA DE ENSINO

Através de aulas expositivas.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A Avaliação será feita através de provas e trabalhos (exercícios).

EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)

Construção de Números Reais. Sequências e Séries Numéricas. Limite e Continuidade de Funções Reais a Valores Reais. Derivada de Função Real a Valores Reais.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

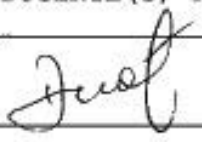
1. LIMA, E.L. - Análise Real. Volume 1 - Coleção Matemática Universitária, IMPA, 1989.
2. LIMA, E.L. - Curso de Análise - volume 1 - Projeto Euclides, IMPA, 1989, 6a. edição.
3. STROMBERG, K.R. - An Introduction to Classical Real Analysis. Wadsworth Inc. 1981.
4. BARTLE, R.G. - Elementos de Análise Real. Editora Campus, 1983.
5. RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis, 3a. edição.
6. FIGUEIREDO, D.G. - Análise I - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1975.
7. ÁVILA, G.S. - Introdução à Análise, Editora Edgard Blucher, SP, 1993.

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 21 NOV 2006 CONSELHO DE CURSO 06/MAR 2007

CONGREGAÇÃO 29/MAR 2007

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSÁVEL(EIS)



METODOLOGIA DE ENSINO

Através de leitura dirigida, esclarecimento das dúvidas de leitura, resolução dos problemas do livro texto.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A Avaliação será feita através de provas e trabalhos (exercícios).

EMENTA (tópicos que caracterizam as unidades dos programas de ensino)

Séries de Potências. Funções Analíticas. Integral de Riemann. Sequências e Séries de Funções Reais a Valores Reais. Integração de Séries.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. LIMA, E.L. - Análise Real - volume 1 - Coleção Matemática Universitária, IMPA, 1989.
2. LIMA, E.L. - Curso de Análise - volume 1 - Projeto Euclides, IMPA, 1989, 6a. edição. (LIVRO TEXTO).
3. BARTLE, R.G. - Elementos de Análise Real. Editora Campus, 1983.
4. RUDIN, W. - Principles of Mathematical Analysis, 3a. edição.
5. STROMBERG, K.R. - Introduction to Classical Real Analysis. Wadsworth, INC., 1981.
6. FIGUEIREDO, D.G. - Análise I. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1975.

APROVAÇÃO

DEPARTAMENTO 21/NOV 2006 CONSELHO DE CURSO 06/MAR 2007

CONGREGAÇÃO 28 MAR 2007

ASSINATURA(S) DO(S) DOCENTE(S) RESPONSÁVEL(EIS)

ANEXO X

REPRODUÇÃO DE PARTE DO GUIA DA FFCL DA USP DO ANO DE 1935

1935

2.ª SECÇÃO — SCIENCIAS

1.ª SUB-SECÇÃO — SCIENCIAS MATHEMATICAS

1.ª cadeira — Geometria (projectiva e analytica) Historia das Mathematicas.
2.ª cadeira — Analyse Mathematica.
3.ª cadeira — Mecanica Racional precedida de Calculo Vectorial.

DISTRIBUIÇÃO DO CURSO

1.º anno — Geometria (analytica e projectiva).
Analyse Mathematica (1.ª parte).
Physica Geral e Experimental (1.ª parte).
Calculo Vectorial.
2.º anno — Analyse Mathematica (2.ª parte).
Mecanica Racional.
Physica Geral e Experimental (2.ª parte).
3.º anno — Analyse Mathematica (3.ª parte).
Geometria.
Historia da Mathematica.

HORARIOS DA SUB-SECÇÃO DE PHYSICA, PARA O ANNO DE 1935

NA ESCOLA POLYTECHNICA

8 ás 9 hs.	9 ás 10 hs.	10 ás 11 hs.	11 ás 12 hs.	14 ás 18 hs.
SEGUNDA: Exercicios (1.º anno)	Physica (2.º anno)	Geometria (1.º anno)	.....	.....
TERÇA: Calculo Vec. (1.º anno)	Physica (2.º anno)	Analyse I (1.º anno) Mechanica (2.º anno)	Exercicios (1.º anno)	Exercicios Lab. (1.º anno)
QUARTA: Exercicios (1.º anno)	Physica (2.º anno)	Geometria (1.º anno)	Mechanica (2.º anno)	Exercicios Lab. (2.º anno)
QUINTA: Analyse II (2.º anno)	Physica (1.º anno)	Analyse I (1.º anno) Mechanica (2.º anno)	Exercicios (1.º anno)	Exercicios Lab. (2.º anno)
SEXTA: Analyse II (2.º anno)	Physica (1.º anno)	Analyse I (1.º anno)	.....	Exercicios Lab. (1.º anno)

PROGRAMMAS — 1.º, 2.º e 3.º annos:

(Os programmas de Analyse Mathematica, Geometria, Calculo Vectorial, Physica Geral e Experimental e Mecanica Racional, são os mesmos de identicas cadeiras da sub-secção de Sciencias Mathematicas). (1.º e 2.º annos).

PROGRAMMAS — 1.º, 2.º e 3.º annos

1.º ANNO

GEOMETRIA ANALYTICA E PROJECTIVA

GEOMETRIA ANALYTICA NO ESPAÇO:

— Coordenadas cartezianas no espaço
— Equações da recta e do plano
— Distancia de dois pontos
— Angulo de duas rectas
— Equação normal de um plano e distancia de um ponto a um plano
— Volume do tetraedro
— Minima distancia de duas rectas
— Transformação de coordenadas cartezianas
— Coordenadas polares
— Representação das superficies e das linhas no espaço; intersecções
— Superficies algebricas e sua ordem
— Equações da esphera, dos cylindros, cones e superficies de revolução
— Equações parametricas das curvas e das superficies.

GEOMETRIA PROJECTIVA:

— Elementos improprios
— Lei de dualidade no plano e no espaço
— Coordenadas homogeneas
— Razão anharmonica de quatro elementos e suas propriedades
— Grupos harmonicos
— Coordenadas projectivas homogeneas
— Projectividade entre fórmas de primeira especie
— Elementos unidos e sua construcção
— Involução em uma fórma de primeira especie
— Par commum a duas involuções superpostas
— Projectividade entre fórmas de segunda e terceira especie
— Projectividade entre fórmas superpostas; elementos unidos; varios typos

THEORIA DAS CONICAS:

— Polaridade definida por uma conica
— Geração de uma conica; construcção
— Theoremas de Pascal, Brianchon, Desargues
— Propriedades diametraes de uma conica; centro, asymptotas, eixos
— Fórmas reduzidas das equações das conicas
— Focos e directrizes das conicas
— Transformações projectivas das conicas

THEORIA DAS QUADRICAS:

— Polaridade definida por uma quadrica
— Rectas de uma quadrica e quadricas regradas
— Propriedades diametraes de uma quadrica; centro, diametros, cone asymptotico, planos principaes
— Equações reduzidas das quadricas
— Secções circulares de uma quadrica
— Quadricas homofocaes

THEORIA DA CUBICA REVERSA:

— Definição projectiva da cubica reversa
— Construcção de uma curva mediante seis pontos
— Corda, tangente, superficie desenvolvivel das tangentes
— Propriedades projectivas e metricas

PROGRAMMA DE ANALYSE MATHEMATICA

1.º A N N O

1 — Recapitulação da theoria dos determinantes
2 — Equações e fórmas lineares; caracteristica de uma matriz e theorema de Rouché-Capelli
3 — Complementos sobre os numeros reaes e sobre os conjunctos lineares
4 — Extremos de um conjuncto
5 — Pontos de accumulação
6 — Funcções, successões, limites (definições e recapitulação dos theoremas fundamentaes)

7 — Extremos de uma funcção
8 — Criterio geral de convergencia
9 — Funcções continuas (theoremas e definições principaes); continuidade uniforme
10 — Conceito de derivada e regras de derivação
11 — Infinitesimos e infinito
12 — Differenciaes
14 — Regra de L'Hospital
13 — Theoremas fundamentaes sobre derivadas
15 — Raizes e extremantes das funcções de uma variavel
16 — Contacto de curvas planas
17 — Fórmulas de Taylor e Mac-Laurin
18 — Numeros complexos: definições e operações fundamentaes; raizes.
19 — Série, conceitos geraes e recapitulação dos criterios de convergencia
20 — Convergencia absoluta das séries; theorema de Riemann-Dini e de Dirichlet
21 — Séries duplas
22 — Séries de funcções; convergencia uniforme e total; theorema do limite.
23 — Série de potencias; circulo de convergencia; série derivada.
24 — Transcendentes elementares e formulas de Euler
25 — Derivadas e differenciaes das funcções de varias variaveis
26 — Derivação das funcções compostas
27 — Funcções homogeneas
28 — Funcções implicitas
29 — Desenvolvimento de Taylor para as funcções de varias variaveis
30 — Maximos e minimos para as funcções de varias variaveis
31 — Asymptotas das curvas planas
32 — Pontos singulares das curvas planas
33 — Envoltorias das curvas planas
34 — Definições e propriedades das integraes definidas
35 — Funcções integraveis
36 — Theorema da média; derivada da integral, relativamente ao extremo superior.

37 — Regras de integração
38 — Integraes improprias
39 — Integração das funcções racionaes e de outras classes de funcções
40 — Integraes curvilineas
41 — Integraes dependentes de um parametro
42 — Integraes duplas; definições e calculo.
43 — Formulas de Green; mudança de variaveis.
44 — Noções sobre as integraes multiplas
45 — Quadratura das areas planas
46 — Quadraturas approximadas
47 — Rectificação das curvas planas e reversas
48 — Triedro fundamental e curvatura das curvas reversas
49 — Normal e plano tangente a uma superficie
50 — Calculo dos volumes
51 — Area de uma superficie curva
52 — Conceitos geraes e theoremas de existencia das equações differenciaes
53 — Typos integraveis das equações differenciaes de 1.ª ordem
54 — Equações de ordem superior; equações lineares geraes; equações lineares com coeficiente constante.
55 — Noções sobre as equações de derivadas parciaes

PROGRAMMA DE ANALYSE MATHEMATICA PARA O

2.º ANNO

— Noções sobre a theoria das funcções analyticas
— Complementos sobre as equações differenciaes
— Elementos de theoria dos numeros (congruencias)
— Noções sobre a theoria dos grupos de substituições e das equações algebricas segundo Galois

PROGRAMMA DE ANALYSE MATHEMATICA PARA O

3.º ANNO

— A ser estabelecido em cada anno, desenvolvendo com caracter monographico uma das mais importantes theorias da Analyse Mathematica, formando um cyclo de 5 ou 6 annos pelo menos, de modo a expôr em cada cyclo a parte mais interessante e viva de toda esta sciencia.

ANEXO Y

PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA E DE ANÁLISE SUPERIOR DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DA USP PARA O ANO DE 1951

CADEIRA DE ANÁLISE MATEMATICA (VIII)

Professor: — Omar Catunda (catedrático).

Assistente: — Elza Furtado Gomide.

Auxiliar de ensino: Carlos Benjamin de Lyra.

*

1.º ano

INTRODUÇÃO

1. — Conjuntos de pontos sôbre uma reta. Extremos (postulado de existência) e pontos de acumulação. Teorema de Bolzano.
2. — Funções de uma variável real. Limites e continuidade.
3. — Estudo das funções elementares. Gráficos.
4. — Derivadas e diferenciais. Infinitésimos; ordem infinitesimal.
5. — Teorema de Rolle. Teorema do valor médio e teorema de Cauchy.
6. — Regras de l'Hospital.
7. — Cálculo de ordens infinitesimais. Máximos e mínimos. Contacto de curvas planas. Sentido da concavidade. Círculo osculador.
8. — Fórmulas de Taylor e de MacLaurin.
9. — Funções primitivas. Regras de integração.
10. — Integração das funções racionais e de outras classes de funções.
11. — Integral de Riemann. Integrabilidade das funções contínuas e das funções monótonas. Área de uma região plana. Teorema da média.
12. — Integrais impróprias.
13. — Arco de uma curva plana.

FUNÇÕES DE MAIS DE UMA VARIAVEL

14. — Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio.
15. — Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.
16. — Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciáveis.
17. — Derivação das funções compostas.
18. — Funções homogêneas.
19. — Fórmula de Taylor para funções de mais de uma variável.
20. — Máximos e mínimos.
21. — Funções implícitas. Jacobiano. Dependência funcional.
22. — Integrais curvilíneas.
23. — Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes, momentos de inércia.
24. — Derivação de uma integral dependente de um parâmetro.
25. — Formas lineares. Diferenciais exatas.

APLICAÇÕES GEOMÉTRICAS DO CALCULO DIFERENCIAL

26. — Pontos singulares das curvas planas. Assintotas.
27. — Envoltórias.
28. — Curvatura. Evolutas e evolventes.
29. — Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torção.
30. — Classificação dos pontos regulares de uma superfície. Curvatura das curvas situadas em uma superfície.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

31. — Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
32. — Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

*

2.º ano

I — REVISÃO DE CONCEITOS FUNDAMENTAIS

1. — Noções gerais sôbre a teoria dos conjuntos.

2. — Teoria dos números reais. Correspondência com os pontos de uma reta.
3. — Extremo superior de um conjunto.
4. — Conjuntos lineares em geral. Classificação. Teorema de Borel-Lebesgue. Conceito geral de função. Gráfico. Teorema de Weirstrass.
5. — Continuidade uniforme. Teorema de Heine.
6. — Limites. Critério de convergência de Cauchy. Limite máximo, limite mínimo e oscilação.
7. — Revisão do estudo das funções de mais de uma variável.
8. — Sucessões e séries numéricas. Séries de números complexos. Séries duplas. Produtos infinitos.
9. — Séries de funções. Integração e derivação por série. Séries de potências. Noções sôbre as séries trigonométricas.

II — INTEGRAIS DUPLAS E MÚLTIPLAS

10. — Definição de integral dupla segundo Riemann. Fórmulas de cálculo.
11. — Extensão ao espaço de n dimensões. Mudança de variáveis.
12. — Área de uma superfície. Integral de superfície.
13. — Teorema de Gauss e de Stokes. Aplicações a campos vectoriais particulares.
14. — Fórmula de Green no plano e no espaço. Funções harmônicas.
15. — Problema de Dirichlet. Fórmula de Poisson.
16. — Potênciais newtonianos de linhas e superfícies. Potencial de camada dupla.
17. — Potencial de volume. Equação de Poisson.

III — EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

18. — Teorema de existência para sistemas de equações diferenciais ordinárias. Método de Picard.
19. — Demonstração do teorema de existência de uma equação de primeira ordem, pelo método de Cauchy-Lipschitz.
20. — Equações lineares. Propriedades gerais. Equações de Euler.

21. — Equações de derivadas parciais de primeira ordem, lineares e homogêneas. Equações lineares não homogêneas.
22. — Sistemas lineares. Sistemas de equações de diferenciais totais.
23. — Equações de derivadas parciais de primeira ordem não lineares. Métodos de Charpit-Lagrange e de Cauchy.

*

3.º ano

TEORIA DAS FUNÇÕES ANALÍTICAS

1. — Função analítica, segundo Weierstrass, Cauchy e Riemann.
2. — Cálculo de integrais por meio de resíduos.
3. — Prologamento analítico. Funções algébricas e suas integrais.
4. — Construção de funções analíticas. Teoremas de Mittag-Leffler e Weierstrass.
5. — Função gama e outras funções especiais.
6. — Função analítica de mais de uma variável.
7. — Teorema de existência de equações diferenciais no campo complexo.

CADEIRA DE GEOMETRIA ANALÍTICA, PROJETIVA E DESCRITIVA (IX)

Professor: — Benedito Castrucci (catedrático).
Assistente: — Geraldo dos Santos Lima Filho.
Assistente extranumerário: — Miguel Oliva Feitosa.

*

1.º ano

GEOMETRIA ANALÍTICA

1. — Coordenadas abscissas e baricêntricas na reta.
2. — Coordenadas tangentes e angulares nos feixes de retas e de planos.
3. — Coordenadas cartesianas no plano. Transformação.
4. — Coordenas polares no plano.
5. — Equação da reta. Interpretação dos coeficientes.
6. — Paralelismo e intersecção de retas.
7. — Feixe de retas.
8. — Distância de dois pontos. Ângulo de duas retas.
9. — Diversas formas da equação da reta.
10. — Distância de um ponto a uma reta.
11. — Áreas dos polígonos.
12. — Coordenadas cartesianas no espaço.
13. — Transformação de coordenadas Fórmulas de Euler.
14. — Coordenadas cilíndricas e polares.
15. — Equação do plano. Paralelismo de planos.
16. — Diversas formas da equação do plano.
17. — Feixe e estrêla de planos.
18. — Distância e ângulos.
19. — Equações da reta.
20. — Ângulos de duas retas.
21. — Distância de duas retas reversas.
22. — Distância de um ponto a uma reta.
23. — Área do triângulo e volume do tetraedro.
24. — Curvas planas: noção geral.
25. — Circunferência.
26. — Equações reduzidas da elipse, hipérbole e parábola.

CADEIRA DE ANALISE SUPERIOR (LI)

Professor: — Édison Farah (catedrático).
Assistente: — Chaim Samuel Hönig.

*

3.º ano

TOPOLOGIA GERAL

1.ª Parte. — *Teoria dos Conjuntos.*

Conjuntos de elementos quaisquer. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Funções. Aplicação de um conjunto em outro. Imagem direta e imagem recíproca por uma aplicação. Restrição e prolongamento de uma aplicação. Aplicações biunívocas. Aplicações compostas. Família de elementos. Produto cartesiano de conjuntos em número finito.

Família de conjuntos. Reunião e interseção de uma família de conjuntos. Produto cartesiano de uma família de conjuntos. Projeções. O axioma de Zermelo. Associatividade do produto cartesiano.

Relação de eqüivalência sôbre um conjunto. Classes de eqüivalência, sistemas de representantes e conjunto quociente.

Conjuntos ordenados. Relações de ordem sôbre um conjunto. Ordem induzida. Extremo superior e inferior, máximo e mínimo, elemento maximal e elemento minimal de uma parte de um conjunto ordenado. Partes totalmente ordenadas de um conjunto ordenado. Conjuntos ordenados indutivos. Teorema de Zorn.

Potências de conjuntos. Conjuntos eqüipotentes. Conjuntos enumeráveis. Teorema de Bernstein-Cantor sôbre a eqüipotência de dois conjuntos, cada um eqüipotente a uma parte do outro. Potências das partes de um conjunto dado. Compa-

ração de potências. Noções sôbre os números transfinitos cardeais.

Conjuntos bem ordenados. Noções sôbre os tipos de ordem e sôbre os números ordinais transfinitos. O princípio de indução transfinita.

2.ª Parte — *Topologia Geral.*

Espaços Topológicos. Axiomas das vizinhanças. Conjunto abertos e conjuntos fechados. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Sub-espaços. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Produto de espaços topológicos em número finito.

Funções contínuas. Homeomorfismos entre dois espaços topológicos.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Seqüências de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços de caráter enumerável; sub-espaços. Produto de espaços metrizáveis, em número finito. Funções contínuas. Estrutura uniforme nos espaços métricos. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; completação. Compacidade nos espaços metrizáveis.

Filtros e Ultra-Filtros. Noção de limite e de ponto aderente para uma base de filtro num espaço topológico. Condições de unicidade do limite; axioma de Hausdorff. Limite e valor de aderência de uma função, segundo um filtro. Continuidade. Prolongamento de uma função por continuidade.

Produto de uma família qualquer de espaços topológicos. Separação do espaço produto. Convergência de uma base de filtro no espaço produto. Associatividade do produto. Limite duplo. Soma de espaços topológicos.

Espaço quociente. Relações de eqüivalência abertas e fechadas. Separação de um espaço quociente.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Espaços compactos e localmente compactos. Conjuntos compactos e relativamente compactos. Funções contínuas nos espaços compactos. Produto de espaços compactos; teorema de Tychonoff. Compatificação de um espaço localmente compacto; Teorema de Alexandroff.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Produto de espaços conexos. Espaço quociente de um espaço conexo. Componentes conexos; conjuntos totalmente descontínuos. Espaços localmente conexos.

4.º ano

TEORIA DOS ESPAÇOS DE HILBERT, COM APLICAÇÕES ÀS EQUAÇÕES INTEGRAIS

Espaços de Hilbert

Espaços vectoriais reais e complexos, com uma norma. Espaços de Banach e sub-espaços. Espaços vectoriais reais e complexos, com um produto escalar.

Espaços de Hilbert. Sub-espaços. Bases.

Transformações lineares e operadores lineares, num espaço de Banach. Operadores completamente contínuos. Operadores completamente contínuos e simétricos num espaço de Hilbert de caráter enumerável. Aplicação às equações integrais de Fredholm (de 2.ª espécie) de núcleo contínuo e simétrico.

CADEIRA DE FÍSICA TEÓRICA E MATEMÁTICA (XIII)

Professor: — David Bohn (contratado).

Professôres cooperadores: — Abrahão de Moraes e Ralph Schiller.

Assistentes: — Walter Camargo Schützer e Paulo Saraiva de Toledo.

Auxiliares de ensino: — Hans Albert Meyer e Andrea Wataghin.

*

3.º ano

FÍSICA MATEMÁTICA

1. — Dedução das equações diferenciais típicas da Física Matemática.
2. — Problema das cordas vibrantes. Séries e Integrais de Fourier. Transformadas de Laplace.
3. — Problema das membranas vibrantes. Funções de Bassel.
4. — Equações de Laplace e Poisson. Funções harmônicas.
5. — Equações de Maxwell.
6. — Equações de D'Alembert e problemas relacionados.
7. — Teoria da propagação do calor por condutibilidade. Problemas conexos.
8. — Noções sôbre a teoria da elasticidade.
9. — Noções sôbre a hidrodinâmica.
10. — Conceitos básicos da teoria da relatividade restrita.

ANEXO Z

PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA E DE ANÁLISE SUPERIOR DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DA USP PARA O ANO DE 1959

CADEIRA VIII

ANÁLISE MATEMÁTICA

Programas para 1959

Professor: Dr. Omar Catunda (catedrático)
Assistente: Dra. Elza Furtado Gomide
Auxiliar de Ensino: Dr. Carlos B. de Lyra

CURSOS DE FÍSICA E DE MATEMÁTICA

1.º Ano

I) Funções de uma variável real.

— Conjuntos de pontos sôbre uma reta. Extremos e pontos de acumulação. Teorema de Bolzano.
— Funções de uma variável real. Limites e continuidade.
— Estudo das funções elementares. Gráficos.

II) Cálculo diferencial.

— Derivadas. Regras de derivação. Derivadas das funções elementares.
— Infinitésimos e infinitos. Diferenciais.
— Teorema de Rolle. Teorema de Cauchy e teorema dos acréscimos finitos.
— Regras de l'Hospital.
— Cálculo de ordens infinitesimais. Máximos e mínimos. Contacto de curvas planas. Sentido da concavidade. Círculo osculador.
— Fórmulas de Taylor e de MacLaurin.

III) Cálculo integral.

— Funções primitivas. Regras de integração. Integração de algumas equações diferenciais simples.
— Integração das funções racionais e de outras classes de funções.

— Integrais impróprias. Critérios de Bertrand.
— Arco de uma curva.

IV) **Funções de mais de uma variável.**

— Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio. Espaço de n dimensões.
— Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.
— Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciáveis. Interpretação geométrica.
— Funções homogêneas.
— Fórmulas de Taylor e de MacLaurin, para funções de mais de uma variável.
— Máximos e mínimos para funções de duas ou mais variáveis.
— Funções implícitas. Cálculo das derivadas sucessivas.

V) **Aplicações geométricas do cálculo diferencial.**

— Tangentes e planos tangentes. Assintotas.
— Pontos singulares das curvas planas.
— Envoltórias.
— Curvatura. Evolutas e evolventes.
— Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torção.
— Classificação dos pontos regulares de uma superfície.
— Curvatura das curvas situadas sôbre uma superfície.
— Coordenadas curvilíneas. As duas formas quadráticas fundamentais.

VI) — **Integrais das funções de mais de uma variável.**

— Integrais curvilíneas.
— Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes. Momentos e inércia, centro de gravidade, etc.
— Derivada de uma integral dependente de um parâmetro.
— Formas diferenciais. Diferenciais exatas.

VII) **Equações diferenciais.**

— Definições. Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
— Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

2.º Ano

I) **Revisão de conceitos fundamentais.**

— Noções gerais sôbre a teoria dos conjuntos.
— Teoria dos números reais. Estrutura de ordem e estrutura algébrica.
— Estrutura topológica do campo real.
— Teorema de Borel-Lebesgue. Conjuntos compactos.
— Conceito geral de função. Teorema de Weierstrass.
— Continuidade uniforme. Teorema de Heine.
— Critério de convergência de Cauchy. Limite máximo, limite mínimo e oscilação em um ponto.
— Integral de Riemann. Integrabilidade. Teorema fundamental do Cálculo Integral.
— Revisão do estudo das funções de mais de uma variável. Extensão dos teoremas de Bolzano, Borel-Lebesgue, Weierstrass, Heine e Cauchy.
— Função implícita. Generalização. Jacobiano. Dependência funcional.

II) **Sucessões e séries.**

— Sucessões e séries numéricas. Séries de têrmos positivos.
— Séries de têrmos reais quaisquer. Sucessões e séries de têrmos complexos. Séries duplas. Produtos infinitos.
— Sucessões e séries de funções. Convergência uniforme. Integração e derivação por série.
— Séries de potências. Propriedades. Noções sôbre as séries trigonométricas.
— Estudo das transcendentes elementares no campo complexo.

III) **Integrais duplas e múltiplas. Potenciais.**

— Integrais curvilíneas. Integral dependente de um parâmetro. Formas diferenciais.
— Integrais duplas segundo Riemann. Cálculo de uma integral dupla.
— Integrais múltiplas. Mudança de variáveis. Domínios orientados.
— Área de uma superfície. Integral de superfície.

— Teoremas de Gauss e de Stokes. Campos vetoriais particulares.
— Fórmula de Green. Funções harmônicas. Problema de Dirichlet. Fórmula de Poisson.
— Potenciais newtonianos de linhas e superfícies. Potencial de camada dupla.
— Potencial de volume. Equação de Poisson.

IV) **Equações diferenciais.**

— Recordação dos tipos elementares de equações diferenciais. Equação linear de coeficientes constantes.
— Sistemas de equações diferenciais. Equações de derivadas parciais de primeira ordem, lineares, homogêneas ou não.

3.º Ano

I) **Equações diferenciais.**

— Teoerma de existência para sistema de equações diferenciais ordinárias. Métodos de Peano e de Picard. Unicidade.
— Conseqüências do teorema de existência e unicidade.
— Resolução de sistemas diferenciais ordinários. Equações de derivadas parciais lineares.
— Sistemas de equações de difeernciais totais.
— Equações não lineares. Integral completa. Método das faixas características ou de Cauchy.

II) **Teoria das funções analíticas.**

— Função analítica segundo Weierstrass, Cauchy e Riemann. Representação conforme.
— Integral no campo complexo. Cálculo de integrais por meio de resíduos.
— Prolongamento analítico. Funções algébricas e suas integrais.
— Construção de funções analíticas. Teoremas de Mittag-Leffler e de Weierstrass.
— Função analítica de mais de uma variável.
— Teorema de existência de equações diferenciais no campo complexo.

Programa aprovado pela Congregação em 18/12/1958, de acôrdo com o item 7, art. 76 dos Estatutos da Universidade de São Paulo.

CADEIRA IX

GEOMETRIA ANALÍTICA, PROJETIVA E DESCRITIVA

Programas para 1959

Professor: Dr. Benedito Castrucci (catedrático)
Assistente: Dr. Geraldo dos Santos Lima Filho

CURSOS DE FÍSICA E DE MATEMATICA

1.º Ano

Geometria Analítica.

1 — Coordenadas abscissas e baricêntricas na reta.
2 — Coordenadas tangentes e angulares nos feixes de retas e de planos.
3 — Coordenadas cartesianas no plano. Transformação.
4 — Coordenadas polares no plano.
5 — Equação da reta. Interpretação dos coeficientes.
6 — Paralelismo e intersecção de retas.
7 — Feixe de retas.
8 — Distância de dois pontos. Ângulo de duas retas.
9 — Diversas formas da equação da reta.
10 — Distância de um ponto a uma reta.
11 — Áreas dos polígonos.
12 — Coordenadas cartesianas no espaço.
13 — Transformação de coordenadas. Fórmulas de Euler.
14 — Coordenadas cilíndricas e polares.
15 — Equação do plano. Paralelismo de planos.
16 — Diversas formas da equação do plano.
17 — Feixe e estrêla de planos.
18 — Distância e ângulos.

17. Isótopos.
18. Radioatividade.
19. Reações Nucleares e Aceleradores.
20. Fissão e Fusão.
21. Física Nuclear de Alta Energia e Raios Cósmicos.
22. Partículas Elementares.
23. Difração de Eletrons.
24. Noções de Mecânica Ondulatória.

CADEIRA LI

ANÁLISE SUPERIOR

Programas para 1959

Professor: Dr. Edison Farah (catedrático)
Assistente: Dr. Chaim Samuel Hönig

CURSO DE MATEMÁTICA

3.º Ano

TEORIA DOS CONJUNTOS E TOPOLOGIA GERAL

1a. parte — **Teoria dos conjuntos.**

Conjuntos abstratos. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Relações e Funções. Aplicação de um conjunto em outro. Imagens de um conjunto por uma aplicação. Funções compostas e aplicações biunívocas. Conjuntos finitos e infinitos; o princípio de indução finita; conjuntos enumeráveis. Famílias de elementos; seqüências.

Famílias de conjuntos. Produto cartesiano de uma família finita; projeções. Reunião, intersecção e produto cartesiano de uma família qualquer. O Axioma da Escolha. Associatividade do produto cartesiano.

Relações de equivalência. Classes de equivalência, conjunto quociente e sistemas de representantes. Relação de equivalência induzida. Produto e quociente de relações de equivalência.

Conjuntos ordenados. Relações de ordem sôbre um conjunto. Elementos extremais de uma parte de um conjunto or-

denado. Noções sôbre reticulados. Conjunto ordenado indutivo; teorema de Zorn.

Equipotência entre conjuntos. Teoremas de Banach e de Bernstein-Cantor. Alguns teoremas sôbre equipotência, equivalentes ao Axioma da Escolha.

Conjuntos bem ordenados. Teoremas de Cantor e de Zermelo. O princípio de indução transfinita.

Números transfinitos. Tipos de ordem; operações. Números ordinais e cardeais transfinitos; operações e comparação.

2a. parte — **Topologia Geral.**

Espaços topológicos. Axiomas das vizinhanças. Conjuntos abertos e conjuntos fechados. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Sub-espaços. Axiomas de separação. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Bases de conjuntos abertos. Axiomas de enumerabilidade. Produto de espaços topológicos em número finito.

Funções contínuas e homeomorfismos. Caracterização das funções contínuas por meio das imagens recíprocas dos conjuntos abertos. Continuidade relativa e um sub-espaço. Homeomorfismo entre dois espaços topológicos.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Seqüência de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços métricos de caráter enumerável; sub-espaços. Produto de espaços metrizáveis em número finito. Funções contínuas. Estrutura uniforme de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; completação. Número de Lebesgue de um recobrimento aberto nos espaços métricos. Compacidade nos espaços metrizáveis.

Filtros e ultra-filtros. Noção de limite e de ponto aderente para uma base de filtro num espaço topológico. Condições de unicidade do limite. Limite e valor de aderência de uma função segundo um filtro. Prolongamento por continuidade de uma função que toma valores num espaço regular.

Produto de uma família qualquer de espaços topológicos. Separação do espaço produto. Convergência de uma base de filtro no espaço produto. Associatividade do produto. Limite duplo. Soma de espaços topológicos.

Espaço quociente. Relações de equivalências abertas e fechadas. Separação de um espaço quociente.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Espaços localmente compactos. Funções contínuas nos espaços compactos. Produto de uma família de espaços compactos; teorema de Tychonoff. Compatificação de um espaço localmente compacto; teorema de Alexandroff. Noções sôbre espaços paracompactos.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Componentes conexas; espaços totalmente descontínuos. Espaços localmente conexos.

4.º Ano

TEORIA DA INTEGRAÇÃO

1a. Parte: **Medidas e medidas exteriores.**

1. Anéis e tribos sôbre um conjunto. Classes monotônicas.
2. **Medida sôbre um anel.** Conjunto mensurável relativamente a uma medida exterior: teorema de Hahn-Kolmogoroff.
3. Medidas de Borel e de Lebesgue no R^n. Medida de Caratheodory nos espaços métricos.
4. **Funções mensuráveis.** Seqüências de funções mensuráveis: convergência pontual e convergência em medida.

2a. Parte: **Integração.**

1. **Integral de uma função mensurável.** Linearidade da integral e aditividade relativamente ao campo de integração.
2. **Seqüências de funções integráveis.** Teoremas sôbre convergência.
3. Integral de Lebesgue e de Stieltjes-Lebesgue. Diferenciação e integração.

3a. Parte: **Os espaços L^p.**

1. Noções sôbre os espaços de Banach e de Hilbert.
2. Desigualdades de Hölder e Minkowski. Os espaços funcionais L^p.

4a. Parte: **Integral no produto cartesiano.**

1. Produto de anéis e de tribos. Produto de medidas.
2. Integral no produto cartesiano. Teorema de Fubini.

5a. Parte: **Medidas nos espaços topológicos.**

Medidas nos espaços topológicos localmente compactos e nos grupos topológicos localmente compactos. Medidas de Radon e de Haar.

CADEIRA LII

PETROGRAFIA

Programas para 1959

Professor: Dr. Ruy Ribeiro Franco (catedrático)

CURSOS DE HISTÓRIA NATURAL E DE GEOLOGIA

Curso Teórico

1a. Parte

A crosta da Terra. Origem e formas de jazimentos das rochas.

Composição química da crosta terrestre. Divisão genética das rochas.

Formas de jazimento.

Noções gerais sôbre os três tipos principais de rochas: magmáticas, sedimentares e metamórficas.

2a. Parte

Os métodos de estudos

Métodos químicos.

Métodos óticos: preparação do material, o microscópio de polarização, observação com luz natural.

Observação com luz polarizada paralela.

Observação com luz convergente.

ANEXO AA

PROGRAMAS DE ANÁLISE MATEMÁTICA E DE ANÁLISE SUPERIOR DO ANO DE 1956 DO CURSO DE MATEMÁTICA DA FFCL DA USP

56

CADEIRA VIII - ANÁLISE MATEMÁTICA 98

Professor: Omar Catunda
Assistente: Elza Furtado Gomide
Auxiliar de ensino: Carlos Lyra
Assistente extra-numerário: Gita K. Ghinzberg.

Programas para o ano letivo de 1956.

4342 10 NOV. 1955
890/55

1º ano

I) Funções de uma variável real.

Conjuntos de pontos sobre uma reta. Extremos e pontos de acumulação. Teorema de Bolzano.

Funções de uma variável real. Limites e continuidade. Funções monótonas.

Estudo das funções elementares. Gráficos.

II) Cálculo diferencial.

Derivadas. Regras de derivação. Derivadas das funções elementares.

Infinitésimos e infinitos. Diferenciais.

Teorema de Rolle. Teorema de Cauchy e teorema dos acréscimos finitos.

Regras de l'Hospital.

Cálculo de órdens infinitesimais. Máximos e mínimos. Contacto de curvas planas. Sentido da concavidade. Círculo osculador.

Fórmulas de Taylor e de MacLaurin.

III) Cálculo integral.

Funções primitivas. Regras de integração.

Integração das funções racionais e de outras classes de funções.

Integral de Riemann; integrabilidade. Área de uma região plana. Teorema da média. Teorema fundamental do cálculo integral.

Integrais impróprias. Critérios de Bertrand.

Comprimento de um arco.

IV) Funções de mais de uma variável.

Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio. Espaço de n dimensões.

Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.

Derivadas parciais. Funções diferenciáveis. Interpretação geométrica.

Funções homogêneas. Fórmulas de Taylor e de MacLaurin, para funções de mais de uma variável.

Máximos e mínimos para funções de duas ou mais variáveis.

Funções implícitas. Jacobiano. Dependência funcional.

V) Equações diferenciais.

Formas diferenciais. Diferenciais exatas.

Definição e classificação das equações diferenciais. Orígem e interpretação geométrica.

Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira órdem.

Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

2º ano

I) Revisão de conceitos fundamentais.

Noções gerais sobre a teoria dos conjuntos.

Teoria dos números reais. Correspondência com os pontos de uma reta.

Extremos de um conjunto linear. Pontos de acumulação. Classificação dos conjuntos lineares.

Teorema de Borel-Lebesgue.

Conceito geral de função. Gráfico. Teorema de Weierstrass.

Continuidade uniforme. Teorema de Heine.

Critério de convergência de Cauchy. Limite máximo, limite mínimo e oscilação num ponto. Números derivados.

Revisão do estudo das funções de mais de uma variável. Extensão dos teoremas de Bolzano, Borel-Lebesgue, Weierstrass, Heine e Cauchy.

II) Sucessões e séries.

Sucessões e séries numéricas. Séries de termos positivos.

Séries de termos reais quaisquer. Sucessões e séries de termos complexos. Séries duplas. Produtos infinitos.

Sucessões e séries de funções. Convergência uniforme. Integração e derivação por série.

Séries de potências. Propriedades. Função analítica no sentido de Weierstrass.

Transcendentes elementares.

Noções sobre as séries trigonométricas.

III) Integrais duplas e múltiplas. Potenciais.

Integrais curvilíneas. Integral dependente de um parâmetro. Formas diferenciais.

Integral dupla segundo Riemann. Cálculo de uma integral dupla.

Integrais múltiplas. Mudança de variáveis. Domínios orientados.

Área de uma superfície. Integral de superfície.

Teoremas de Gauss e de Stokes. Campos vetoriais particulares.

Fórmula de Green. Funções harmônicas. Problema de Dirichlet. Fórmula de Poisson.

Potenciais newtonianos. Potenciais de linhas e de superfícies. Potencial de camada dupla. Potencial de volume. Equação de Poisson.

101

IV) Equações diferenciais.

Recordação dos tipos elementares de equações diferenciais. Abaixamento da órdem. Propriedades gerais das equações lineares.

Teorema de existência para sistemas de equações diferenciais ordinárias. Métodos de Peano e de Picard. Unicidade da solução.

Consequências do teorema de existência. Sistemas diferenciais, integrais primeiras.

3º ano

I) Equações diferenciais.

Resolução de sistemas diferenciais ordinários. Equações de derivadas parciais lineares.

Sistemas de diferenciais totais. Condições de integrabilidade.

Equações não lineares. Integral completa. Método de Charpit-Lagrange. Método das faixas características ou de Cauchy.

II) Teoria das funções analíticas.

Função analítica segundo Cauchy e segundo Riemann. Representação conforme.

Integral no campo complexo. Cálculo de integrais por meio de resíduos.

Função inversa e função implícita.

Prolongamento analítico. Funções algébricas e suas integrais.

Construção de funções analíticas. Teoremas de Mittag-Leffler e de Weierstrass. Decomposição de função meromorfa em frações racionais.

Elementos da teoria das funções elíticas.

Função analítica de mais de uma variável. Teorema de existência para equações diferenciais no campo complexo.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS
CAIXA POSTAL, 8.105
SÃO PAULO

168

CADEIRA DE ANÁLISE SUPERIOR (LI)

Professor:- Edison Farah (Catedrático)
Assistente:- Chaim Samuel Hönig

Programa para o ano de 1956

3a. Série - TEORIA DOS CONJUNTOS E TOPOLOGIA GERAL

1a. parte - Teoría dos conjuntos

Conjuntos abstratos. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Relações e Funções. Aplicação de um conjunto em outro. Imagens de um conjunto por uma aplicação. Funções compostas e aplicações biunívocas. Conjuntos finitos e infinitos; o princípio de indução finita; conjuntos enumeráveis. Famílias de elementos; sequências.

Famílias de conjuntos. Produto cartesiano de uma família finita; projeções. Reunião, intersecção e produto cartesiano de uma família qualquer. O Axioma da Escolha. Associatividade do produto cartesiar

Relações de equivalência. Classes de equivalência, conjunto quociente e sistemas representantes. Relação de equivalência induzida. Produto e quociente de relações de equivalência.

Conjuntos ordenados. Relações de ordem sôbre um conjunto. Elementos extremais de uma parte de um conjunto ordenado. Noções sôbre reticulados. Conjunto ordenado indutivo; teorema de Zorn.

Equipotência entre conjuntos. Teoremas de Banach e de Bernstein-Cantor. Alguns teoremas sôbre equipotência, equivalentes ao Axioma da Escolha.

Conjuntos bem ordenados. Teoremas de Cantor e de Zermelo. O princípio de indução transfinita.

Números transfinitos. Tipos de ordem; operações. Números ordinais transfinitos; operações e comparação.
e cardeais

2a. parte - Topologia Geral

Espaços topológicos. Axiomas das vizinhanças. Conjuntos abertos e conjuntos fechados. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Sub-espaços. Axiomas de separação. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Bases de conjuntos abertos. Axiomas de enumerabilidade. Produto de espaços topológicos em número finito.

Mod. 10

Funções contínuas e homeomorfismos. Caracterização das funções contínuas por meio das imagens recíprocas dos conjuntos abertos. Continuidade relativa a um sub-espaço. Homeomorfismo entre dois espaços topológicos.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Sequências de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços métricos de caráter enumerável; sub-espaços. Produto de espaços metrizáveis em número finito. Funções contánuas. Estrutura uniforme de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; complementação. Número de Lebesgue de um recobrimento aberto nos espaços métricos. Compacidade nos espaços metrizáveis.

Filtros e ultra-filtros. Noção de limite e de ponto aderente para uma base de filtro num espaço topológico. Condições de unicidade do limite. Limite e valor de aderência de uma função segundo um filtro. Prolongamento por continuidade de uma função que toma valores num espaço regular.

Produto de uma família qualquer de espaços topológicos. Separação de espaço produto. Convergência de uma base de filtro no espaço produto. Associatividade do produto. Limite duplo. Soma de espaços topológicos.

Espaço quociente. Relações de equivalência abertas e fechadas Separação de um espaço quociente.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Espaços localmente compactos. Funções contínuas nos espaços compactos. Produto de uma família de espaços compactos; teorema de Tychonoff. Compatificação de um espaço localmente compacto; teorema de Alexandroff. Noções sôbre espaços paracompactos.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Componentes conexas; espaços totalmente descontínuos. Espaços localmente conexos.

4a. Série - TEORIA DAS PROBABILIDADES

1a. parte - Teoria da Medida e Integração.

Aneis e tribos sôbre um conjunto; Tribos de Borel. Medida sôbre um Anel. Medida exterior sôbre uma tribo - Teorema de Kolmogoroff. Medida de Lebesgue.

Funções mensuráveis. Sequências de funções mensuraveis - Teorema de Egoroff; Convergência em medida.

Integração. Funções em patamares. Integral de uma função mensurável. Sequências de funções integraveis- Teoremas de Lebesgue.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS
CAIXA POSTAL, 8.105
SÃO PAULO

-170-

Medida Produto. Teorema de Fubini.

Espaços de funções mensuráveis. Desigualdades de Schwarz, Hölder e Minkowski. Teorema de Fischer-Riesz.

Integral de Lebesgue e Stieltjes-Lebesgue. Os espaços L^p.

2a. parte - Cálculo das Probabilidades.

Probabilidade finita (noção clássica). Problemas clássicos sôbre probabilidades finitas.

Probabilidade Geométrica (sob o ponto de vista intuitivo). Problemas clássicos; Paradoxos.

Probabilidade em têrmos da noção de medida. Espaço probabilidade. Variáveis aleatórias e Esperança Matemática. O conceito de Independência. Desigualdades de Kolmogoroff, Tchebycheff e Lema de Borel-Cantelli.

Distribuição de uma variável aleatória. Função de Distribuição. Leis dos Grandes Números.

Probabilidade Condicional. Teorema de Bayes.

Conceito geral de Lei Probabilistica; Tipos de Leis. O problema do Limite.

São Paulo, 28 de novembro de 1955.

Edison Farah

Edison Farah

Mod. 10

ANEXO BB

PARTE DO GUIA DA FFCL (SEÇÃO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS) DO ANO DE 1966

Procurando introduzir no Brasil uma mentalidade nova nesse sentido, indústrias estrangeiras estão interessadas em instalar laboratórios para pesquisas em suas filiais brasileiras.

3. No Instituto Central do Câncer de São Paulo

Nessa instituição contratam-se físicos para trabalhos em radiotavidade.

4. Na Petrobrás

Essa organização oferece trabalho para os físicos, exigindo dêles a realização de um curso especial intensivo de seis meses.

5. Na pesquisa

Várias instituições, tais como as Faculdades de Filosofia, o ITA, o IEA, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas contratam físicos para trabalhar nas pesquisas por elas realizadas.

NO SERVIÇO PÚBLICO

Nos quadros do funcionalismo público existe o cargo de Físico e de Geofísico, abertos aos diplomados em Física por Faculdade de Filosofia. As funções a serem desempenhadas pelo físico estão especificadas na já citada publicação do Departamento Estadual de Administração, na qual não há, porém, referência quanto às Secretarias de Estado onde o cargo existe. São as seguintes essas funções:

1. Físico (Aadioatividade e Física Nuclear): Análise de substâncias radioativas, medidas de radioatividade; assistência técnica; aplicação experimental de elementos e substâncias radioativas no campo da Medicina, da Biologia e outros.

2. Geofísico: Pesquisas e trabalhos práticos relacionados com os fenômenos físicos que atuam sôbre o globo terrestre, para determinação da estrutura da crosta terrestre e das fôrças que provocam movimento, enrugamento e outras alterações de sua superfície.

DEPARTAMENTO DE MATEMATICA

DIRETOR: Benedito Castrucci

COMPOSIÇÃO SEGUNDO O NÔVO REGULAMENTO APROVADO PELA CONGREGAÇÃO

COMPLEMENTOS DE GEOMETRIA E GEOMETRIA SUPERIOR
- Álgebra Linear
- Geometria Diferencial

ANÁLISE SUPERIOR
- Introdução à Teoria dos Conjuntos e Topologia Geral
- Teoria da Integração

GEOMETRIA ANALÍTICA, PROJETIVA DESCRITIVA
- Geometria Analítica
- Geometria Projetiva e Descritiva
- Fundamentos de Matemática

CRÍTICA DOS PRINCÍPIOS E COMPLEMENTOS DE MATEMÁTICA
- Teoria dos Números
- Matemática Geral

CÁLCULO INFINITESIMAL
- Cálculo Diferencial e Integral
- Teoria das Funções Analíticas

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS
- Equações Diferenciais

DISCIPLINAS AUTÔNOMAS
- Álgebra
- Cálculo Numérico

HISTÓRICO

Quando da criação da Faculdade de Filosofia, em 1934, instalou-se, como parte de sua seção de Ciências, a sub-secção de Ciências Matemáticas, que a princípio funcionou na Escola Politécnica. O primeiro docente contratado para lecionar nesse curso foi o Prof. Luigi Fantappie, titular da cátedra de Análise Infinitesimal da Real Universidade de Bolonha e diretor do Instituto Matemático Salvatore Pincherle da mesma instituição. Jovem e com considerável bagagem no campo de Análise Funcional, Fantappie dedicou-se ao ensino de Análise e de Geometria, ao mesmo tempo que organizava a Biblioteca de Matemática, contando, de início, com volumosa doação de livros e revistas especializadas, por parte do Govêrno Italiano.

Juntamente com Fantappie veio ao Brasil o Prof. Gleb Wataghin para reger a cátedra de Física, matéria que então fazia parte do curso de Matemática. Nos anos de 1934 e 1935, Fantappie desincumbiu-se de todos os cursos de Matemática, introduzindo também trabalhos de seminário.

Em 1936, foi contratado para a Cadeira de Geometria, o geômetra italiano, Prof. Giácomo Albanese, renomado pesquisador no campo da Geometria Clássica, que, então, ocupava a cátedra de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva da Real Universidade de Pisa.

Devido à guerra, a missão dos professôres Fantappie e Albanese terminou em tempo relativamente curto, embora já tivesse frutificado com a realização dos primeiros trabalhos de pesquisa realizados por seus assistentes. Fantappie retornou à Itália no segundo semestre de 1939 e foi substituído pelos seus assistentes Professôres Omar Catunda e Cândido Lima da Silva Dias. Premido pelas circunstâncias internacionais, Alba-

nese retirou-se para a Itália e a Cadeira foi desdobrada em duas:

— Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva, entregue à regência do Prof. Benedito Castrucci;
— Complementos de Geometria e Geometria Superior, de cuja regência foi incumbido o Prof. Cândido Lima da Silva Dias.

Ainda nesse ano a cadeira de Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática passou a ser regida pelo Prof. Fernando Furquim de Almeida.

Nos anos de 1942 e 1944, inclusive, os cursos ficaram a cargo exclusivamente de professôres brasileiros. Em 1944 a cátedra de Análise Matemática foi provida, por concurso, pelo Prof. Omar Catunda.

Em 1945, o Departamento contratou para reger a disciplina de Análise Superior, o eminente matemático francês, Prof. André Weil, membro fundador do grupo Bourbaki, grupo êste que havia iniciado em 1939 a publicação de uma obra monumental, conhecida hoje universalmente por Coleção Bourbaki.

Nesse mesmo ano, o Prof. Oscar Zariski, internacionalmente conhecido pelos seus trabalhos no campo da Geometria Algébrica Moderna, realizou aqui cursos de extensão de Álgebra Moderna e Introdução à Geometria Algébrica.

No ano seguinte, 1946, o Prof. Jean Dieudonné, notável matemático do grupo Bourbaki, foi contratado para dar um curso de Álgebra Moderna e Grupo de Galois.

Em 1947, depois de terem contribuído valiosamente para a atualização do ensino e da pesquisa no Departamento de Matemática, os professôres Weil e Dieudonné deixaram o Brasil, indo o primeiro para os Estados Unidos e o segundo para a França.

Continuando o trabalho dos professôres franceses teve o Departamento a valiosa colaboração do Prof. Jean Delsarte, também do grupo Bourbaki, nos anos de 1948 a 1951, o qual desenvolveu cursos em nível de pós-graduação, orientando, também trabalhos de pesquisa no campo da Análise Funcional.

Para reger a disciplina de Análise Superior, foi contratado, em 1948, o Prof. Edison Farah.

Em fins de 1951, foram providas por concurso as cátedras então existentes: Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva, pelo Prof. Benedito Castrucci; Complementos de Geometria e Geometria Superior, pelo Prof. Cândido Lima da Silva Dias; Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática, pelo Prof. Fernando Furquim de Almeida.

Foram vários os ilustres professôres estrangeiros, além dos já citados, que fizeram conferências ou deram cursos no Departamento de Matemática, até o presente: Levi Civita, em 1937; G. Mamanna, em 1940; A. Bassi, em 1942; S. Eilenberg, em 1952; L. Schwartz, em 1952; C. Eheresmann, em 1952; A. Grottendizk, em 1953 e em 1954; A. Denjoy, em 1954; J.L. Koszul, em 1956 e 1958; L. Cestari, em 1956; M. Goto, em 1957; U. Richard, em 1957; J. Ceccone, em 1957; G. Reeb, em 1957; O. Endler, em 1957; R.C. Gunning, em 1958; J. Schäffer, em 1959; Dickman, em 1962; F. Gaeta, em 1962 e 1963; B. Brown, em 1962 e em 1963; W. Klingenherg, em 1963.

No ano de 1963, com a aposentadoria do Prof. Omar Catunda, a Cadeira de Análise Matemática foi dividida em duas: Cálculo Infinitesimal e Equações Diferenciais.

O Departamento de Matemática funcionou até 1938 na Escola Politécnica, passando a seguir para o último andar do Instituto de Educação Caetano de Campos, onde ficou até agôsto de 1942. Instalou-se então no edifício da rua Alfredo Ellis, 301 até agôsto de 1948. A seguir, mudou-se para a Avenida Brigadeiro Luís Antônio, 1977, onde funcionou até agôsto de 1949, quando se transferiu para as atuais instalações, à rua Maria Antônia, 258.

CORPO DOCENTE

Cadeira: ANÁLISE SUPERIOR

Professor Catedrático:
Edison Farah

Instrutores:
Alésio João de Caroli
Ofélia Tereza Alas

Cadeira: CÁLCULO INFINITESIMAL

Prof. Contratado em regência de Cátedra (Doutor):
Elza Furtado Gomide

Professor Assistente Doutor:
Carlos Benjamin de Lyra

Instrutores:
Alciléia Augusto
Flávio Wagner Rodrigues
Júnia Borges Botelho
Sakuya Aoki Honda

Cadeira: COMPLEMENTOS DE GEOMETRIA E GEOMETRIA SUPERIOR

Professor Catedrático:
Cândido Lima da Silva Dias

Professor Assistente Doutor:
Luís Henrique Jacy Monteiro

Instrutores:
Roberto Celso Fabrício Costa

Cadeira: CRÍTICA DOS PRINCÍPIOS E COMPLEMENTOS DE MATEMÁTICA

Professor responsável:
João Baptista Castanho (Doutor)

Instrutor:
João Affonso Pascarelli

Cadeira: EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Professor Contratado respondendo pela Cátedra (Livre-Docente):
Chaim Samuel Hönig

Cadeira: GEOMETRIA ANALÍTICA, PROJETIVA E DESCRITIVA

Professor Catedrático:
Benedito Castrucci
Professor Assistente Doutor:
Geraldo dos Santos Lima Filho
Instrutores:
Albrecht G. Hoppmann
Edmundo Lacerda Filho

DOUTORAMENTOS

12/11/42 — Cândido Lima da Silva — "Sôbre a regularidade dos Funcionais definidos no campo das funções localmente analíticas".

4/ 8/43 — Benedito Castrucci — "Sôbre uma nova definição de Cúbica Plana".

27/11/50 — Elza Furtado Gomide — "Sôbre o teorema de Artin Weil" — Cadeira de Análise Superior.

30/11/50 — João Baptista Castanho — Sôbre o teorema de Pascal na Geometria Hiperbólica" — Cadeira de Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática".

30/12/50 — Edison Farah — "Sôbre a medida de Lebesgue" — Cadeira de Análise Matemática.

19/ 4/51 — Luis Henrique Jacy Monteiro — "Sôbre as potências simbólicas de um ideal primo de um anel de polinômios" — Cadeira de Complementos de Geometria e Geometria Superior.

29/11/52 — Chaim Samuel Hönig — "Sôbre um método de refinamento de topologias" — Cadeira de Geometria Superior.

20/ 5/53 — Geraldo dos Santos Lima Filho — "A respeito das projetividades planas sôbre o corpo primo de característica 2" — Cadeira de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva.

22/ 6/56 — Domingos Pisanelli — "Alguns Funcionais analíticos e seus campos de definição" — Cadeira de Análise Superior.

12/ 6/57 — Nelson Onuchic — "Estruturas uniformes sôbre p espaços e aplicações da teoria dêstes espaços em topologia geral" — Cadeira de Análise Superior.

28/ 8/57 — Paulo Ribenboim — "Sôbre a teoria das valorizações de Krull" — Cadeira de Geometria Superior e Complementos de Geometria.

20/12/58 — Carlos Benjamin de Lyra — "Sôbre os espaços de mesmo tipo de Homotopia que o dos poliedros" — Cadeira de Geometria Superior e Complementos de Geometria.

6/ 9/60 — José Barros Neto — "Alguns tipos de núcleos-distribuições" — Cadeira de Complementos de Geometria e Geometria Superior.

CONCURSOS DE LIVRE-DOCÊNCIA

6/12/62 — Domingos Pisanelli — "Contribuições ao estudo dos operadores analíticos" — Cadeira de Análise Matemática.

21/ 6/65 — Chaim Samuel Hönig — "Análise de Fourier em Espaço L^2 e Teoremas do tipo de Sobolev" — Cadeira de Equações Diferenciais.

21/ 6/65 — Nelson Onuchic — "Comportamento Assintótico das soluções de um sistema de equações diferenciais ordinárias" — Cadeira Cálculo Infinitesimal.

9/10/65 — Artibano Micali — "Álgebras de Integridade e sem Torção" — Cadeira de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva.

CONCURSOS DE CATEDRA

30/ 9/44 — Omar Catunda — "Teoria das formas diferenciais e suas aplicações" — "Sôbre os fundamentos da teoria dos funcionais analíticos" — Cadeira de Análise Matemática.

26/11/51 — Benedito Castrucci — "Fundamentos de Geometria Projetiva Finita N-Dimensional" — Cadeira de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva.

26/11/51 — Cândido Lima da Silva Dias — "Espaços Vetoriais Topológicos e suas aplicações nos espaços funcionais analíticos" — Cadeira de Complementos de Geometria e Geometria Superior.

26/11/51 — Fernando Furquim de Almeida — "Fundamentos da Geometria Absoluta no plano" — Cadeira de Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática.

18/ 6/54 — Edison Farah — "Algumas proposições equivalentes ao axioma da escolha" — Cadeira de Análise Superior.

DOUTORAMENTOS EM ANDAMENTO

1. Cadeira de Análise Superior
   — Alésio João de Caroli.
2. Cadeira de Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática
   — João Affonso Pascarelli.

INSTITUTO DE PESQUISAS MATEMÁTICAS (IPM)

A Faculdade de Filosofia da USP, por intermédio de seu Departamento de Matemática, participa, juntamente com a Escola Politécnica, do Instituto de Pesquisas Matemáticas da USP, criado pelo Decreto n.º 37.235 de 14-9-1950.

Êsse Instituto Universitário tem os seguintes objetivos:

a) Promover e estimular o estudo e pesquisas nos domínios da Matemática Pura e Aplicada;
b) Colaborar para a formação de pesquisadores e pessoal docente superior no setor da Matemática.

Compete ao Instituto:

a) Assegurar a realização sistemática de cursos de nível pós-graduado, seminários de pesquisa, conferências, intercâmbio com centros similares nacionais e estrangeiros;
b) Promover a vinda de matemáticos bem como a ida de pesquisadores brasileiros a outros centros;
c) Criar tôdas as facilidades para o trabalho de pesquisa;
d) Tomar outras providências que se fizerem necessárias à consecução de seus fins.

O Diretor do IPM é escolhido, alternadamente, entre os membros do Departamento de Matemática da Escola Politécnica e da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, tendo começado o rodízio pela escola mais antiga.

O IPM é mantido pela dotação orçamentária que a USP lhe atribui anualmente e por doações e subvenções de particulares e de instituições públicas ou particulares.

Todos os matemáticos de qualquer Faculdade têm acesso ao Instituto, podendo freqüentar sua biblioteca onde encontram ambiente propício ao estudo e à pesquisa.

Por enquanto, nos cursos do Instituto, têm predominado os temas relativos à Matemática Pura, mas futuramente, se-

rão desenvolvidos trabalhos no campo da Matemática Aplicada. O computador eletrônico da U.S.P. está sob a direção do Instituto de Pesquisas Matemáticas.

O Instituto conta atualmente com a colaboração de três professôres universitários.

Os catedráticos e livre-docentes de Matemática da Universidade de São Paulo podem colaborar com o IPM, ministrando cursos de pós-graduação.

Os cursos realizados no IPM, abertos aos bacharéis ou licenciados em Matemática, são reconhecidos pela Faculdade de Filosofia como cursos de pós-graduação no campo da Matemática.

O IPM está funcionando provisòriamente na Escola Politécnica, devendo, porém, instalar-se futuramente no prédio do Departamento de Matemática da Faculdade de Filosofia, na Cidade Universitára.

SOCIEDADE DE MATEMÁTICA DE SÃO PAULO

A Sociedade de Matemática de São Paulo foi fundada em junho de 1946, graças à iniciativa do Prof. Dr. Cândido Lima da Silva Dias, que trabalhou ativamente para sua organização auxiliado pelos professôres André Weil e Oscar Zariski, além de outros docentes do Departamento, nessa época.

Essa Sociedade, instalada junto ao Departamento de Matemática, tem por "objetivo primordial estimular e manter um interêsse ativo pela Matemática, bem como incentivar a pesquisa nesse ramo da ciência. Interessa-se, igualmente, pelas questões relativas ao ensino da Matemática de grau superior e secundário e promove estudos tendentes ao aperfeiçoamento dêsse ensino".

A fim de alcançar seus objetivos, a Sociedade promove a realização de conferências, congressos e reuniões para a apresentação e discussão de trabalhos, procurando sempre publicá-los em livros, revistas, monografias e relatórios.

A Sociedade mantém um órgão oficial intitulado: "Boletim da Sociedade de Matemática de São Paulo", publicado uma vez

por ano. Êste boletim tem alcance internacional, divulgando trabalhos sempre originais e de pesquisa de matemáticos do Brasil e do exterior. Até o momento já foram publicados quinze volumes. Graças ao sistema de permutas entre o boletim e outras revistas, a Sociedade pôde enriquecer a sua Biblioteca recebendo, regularmente, cêrca de duzentas revistas estrangeiras de Matemática.

A Sociedade publica também apostilas sôbre cursos de extensão universitária, ministrados geralmente na Faculdade de Filosofia da USP.

A Sociedade tem recebido sempre subvenções do Conselho Nacional de Pesquisas, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, do Ministério da Educação e Cultura e de deputados, para aquisição de material de trabalho e custeio das suas publicações.

BIBLIOTECA

A biblioteca do Departamento de Matemática compreende cêrca de nove mil volumes em livros e várias coleções de revistas especilizadas, entre as quais citamos:

Acta Mathematica; Annals of Mathematics; American Journal of Mathematics; Atti della Reale Accademie Nazional dei Lincei; Bulletin de la Société de Mathématique de France; Bulletin American Society; Duke Mathematic Journal; Fundamenta Mathematicae; Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik (a partir de 1868); Journal de Mathématiques Pures et appliquées; Journal für die reine und angewandte Mathematik; Mathematische Annalen; Mathematical Reviews; Mathematische Zeitschrift; Periodico di Matematiche; Proceedings of the American Mathematical Society; The Quarterly Journal of Mathematics; Transactions of the American Mathematical Society.

PUBLICAÇÕES

Os trabalhos científicos dos docentes do Departamento de Matemática são geralmente publicados nas seguintes revistas

especializadas: Anais da Academia Brasileira de Ciências, Annales de l'Institut Fourier, Boletim da Sociedade de Matemática, Bolletino de l'Unione Matematica Italiana, Bulletin de la Société Mathématique de France, Instituto de Matemática de Rosário (Argentina), Summa Brasiliensis Mathematicae e Transactions of the American Mathematical Society.

Docentes do Departamento publicaram vários livros didáticos destinados ao ensino médio e superior.

O Centro de estudos dos alunos de Física e Matemática publica, irregularmente: "Notas de Física e Matemática".

INSTALAÇÕES

ATUAIS

O Departamento de Matemática acha-se instalado, atualmente, em condições muito precárias, em sete salas do prédio da Rua Maria Antônia, 258 (Tel.: 35-0903).

Estas salas, pequenas e mal iluminadas, estão assim distribuídas: uma para a biblioteca do Departamento, uma para os seminários e as demais para trabalho dos professôres.

FUTURAS

De acôrdo com projeto já elaborado o Departamento de Matemática ocupará, na Cidade Universitária, um prédio de dez andares, o qual compreenderá: salas de aula, salas de trabalho para os professôres, auditório, salas para secretaria e diretoria do Departamento, restaurante, sala de reunião para os alunos, biblioteca com sala de leitura.

No mesmo prédio deverão instalar-se o Instituto de Pesquisas Matemáticas e o computador eletrônico da Universidade de São Paulo.

Não se pode prever a data da transferência do Departamento para as suas instalações, pois a construção do prédio não foi ainda iniciada.

ENSINO

CURSOS SOB A RESPONSABILIDADE DO DEPARMENTO:

De graduação de MATEMATICA

COLABORAÇÃO DOCENTE EM OUTROS CURSOS DE GRADUAÇÃO:

1. FÍSICA
2. GEOLOGIA
3. QUÍMICA

COLABORAM COM O DEPARTAMENTO NO CURSO DE MATEMÁTICA:

1. Departamento de Educação da FFCL da USP
2. Departamento de Física da FFCL da USP

CURSOS DE GRADUAÇÃO

São dois os cursos de graduação: de bacharelado e de licenciatura, com quatro anos, no mínimo, de duração.

O currículo dêsses cursos, está assim distribuído:

BACHARELADO

MATÉRIAS	CADEIRAS OU SETORES RESPONSÁVEIS
1.º Ano	
Álgebra	Complementos de Geometria e Geometria Superior
Geometria Analítica	Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva
Cálculo Diferencial e Integral I	Cálculo Infinitesimal
Física I	Departamento de Física

2.º Ano

Algebra Linear	Complementos de Geometria e Geometria Superior
Cálculo Diferencial e Integral II	Cálculo Infinitesimal
Desenho Geométrico e Geometria Descritiva e Projetiva	Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva
Física II ou Mecânica	Departamento de Física

3.º Ano

Cálculo Diferencial e Integral III	Cálculo Infinitesimal
Teoria dos Números	Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática
Geometria III	Complementos de Geometria e Geometria Superior
Cálculo Numérico	Departamento de Física
Introdução à Topologia Geral	Análise Superior

4.º Ano

Fundamentos de Matemática	Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva

Um curso optativo de Matemática, escolhido entre as cadeiras dos cursos de Matemática e Física, ou que corresponda a Ciências Matemáticas e Estatística.

LICENCIATURA

Didática Geral (1 semestre)	Departamento de Educação
Prática de Ensino (2 semestres)	Departamento de Educação
Administração Escolar (1 semestre)	Departamento de Educação
Psicologia da Educação (2 semestres)	Cadeira de Psicologia Educacional

A matrícula pode ser feita em regime seriado ou parcelado. Neste, o limite anual de matrícula por matéria é de cinco para o curso diurno e quatro para o noturno.

Não há pré-requisitos estabelecidos, no sistema parcelado, para as matérias ministradas pelo Departamento.

No corrente ano há 190 alunos matriculados nos cursos de graduação de Matemática, dos quais 88 no período diurno e 102 no período noturno.

PROJETO DE REFORMA DO CURSO DE GRADUAÇÃO DE MATEMÁTICA

O Departamento de Matemática elaborou um projeto de reestruturação do curso básico de Matemática (*), visando a ajustá-lo às necessidades culturais e técnicas, presentes e futuras, inspirando-se, em linhas gerais, nos sistemas adotados nas universidades de países altamente desenvolvidos do ponto de vista industrial, cultural e científico.

Eis, em resumo, as idéias principais dêsse projeto:

O curso oferecerá três modalidades de currículos mínimos:

A. Formação do professor secundário
B. Formação em Matemática Aplicada
C. Formação em Matemática Pura

Tôdas essas três modalidades compreenderão um ano básico comum, começando-se as especializações a partir do segundo ano.

O currículo de tipo B visa a atender as necessidades de matemáticos que se dedicam ao campo aplicado, a saber:

a. matemáticos aplicados clássicos e físicos teóricos
b. analistas numéricos e programadores
c. estatísticos

Nesse currículo haverá uma grande margem de opção dos cursos, pois a partir do segundo ano o aluno terá dois cursos obrigatórios e dois optativos (escolhidos num grupo não inferior a seis). O terceiro ano compreenderá, da mesma forma,

(*) Êste projeto ainda não foi submetido à apreciação da Congregação da Faculdade.

uma opção por quatro cursos, num grupo não inferior a sete, e apenas um curso obrigatório.

Nos currículos A e C as opções serão menos numerosas.

Com a conclusão do quarto ano, o aluno do currículo A receberá o diploma de licenciado em Matemática e os demais o de bacharel em Matemática.

Os bacharéis que fizerem as matérias de licenciatura, obrigatórias no currículo A, de quarto ano, receberão também o diploma de licenciado.

Para a obtenção do diploma de licenciado o aluno deverá cursar obrigatòriamente, além das matérias dos três anos, as seguintes outra: Psicologia da Educação (dois semestres), Didática Geral (um semestre), Prática de Ensino (dois semestres), Administração Escolar (um semestre), Fundamentos de Matemática e um curso optativo de Matemática.

Os currículos apresentados poderão ser cumpridos parceladamente, respeitadas as exigências estabelecidas quanto aos pré-requisitos. O número máximo de disciplinas, por ano, nos três currículos, será o seguinte: nos 1.º, 2.º e 4.º anos — quatro disciplinas e no 3.º ano — cinco disciplinas.

PROGRAMAS (*)

(Resumos)

ÁLGEBRA

Noções de Teoria dos Conjuntos — Números naturais e inteiros — Relações e Aplicações — Anéis e Corpos — Corpo de Frações e um anel de integridade — Anéis e Corpos ordenados — Números Complexos — Polinômios.

ÁLGEBRA LINEAR

Espaços Vetoriais — Aplicações lineares e Matrizes — Dualidade — Espaços euclidianos e hermitianos — Formas bilineares e formas quadráticas.

(*) Os resumos dos programas das disciplinas ministradas pelo Departamento de Física encontram-se na parte referente ao curso de Física.

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I

Números Reais — Funções de uma variável real. Limites, continuidade — Derivadas. Regras de derivação. Teoremas de Rolle. Aplicações da derivada ao estudo de funções. Máximos e mínimos. Fórmula de Taylor — Integral de função contínua de uma variável. Primitivas. Regra de integração. Integrais impróprias — Funções de mais de uma variável. Derivadas parciais. Diferencial. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos — Aplicações geométricas. Comprimento de arco. Envoltória. Curvatura — Integral de função de mais de uma variável. Integral curvilínea. Integral dupla e múltipa. Cálculo de volumes, momento de inércia, etc.

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II

Números reais. Topologia dos espaços R^n. Teorema de Borel-Lebesgue. Teorema de Weierstrass — Continuidade uniforme. Teorema Heine — Transformações. Teorema da função inversa. Teorema da função implícita. Dependência funcional — Sucessões e séries numéricas. Sucessões e séries de funções. Convergência uniforme. Integração e derivação por série. Séries de potências — Integral de Riemann. Condições de integrabilidade. Mudança de variável. Área de uma superfície. Integral de superfície. Teoremas de Gauss e Stokes. Fórmula de Green. Problema de Dirichlet. Teoria do potencial.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Tipos elementares de equações diferenciais. Equação linear de coeficientes constantes — Sistemas de equações diferenciais. Equações de derivadas parciais de primeira ordem, lineares, homogêneas ou não — Teorema de existência para sistema de equações diferenciais ordinárias. Métodos de Peano e de Picard. Unicidade — Conseqüências do teorema da existência e unicidade. Resolução de sistemas diferenciais ordinários. Equações de derivadas parciais lineares. Sistemas de equações de diferenciais totais — Equações não lineares. Integral completa. Método das faixas características ou de Cauchy.

FUNDAMENTOS DA MATEMATICA

Introdução à lógica matemática. Cálculo proposicional — Postulados e fundamentos da Geometria Absoluta — Estudo das proporções — Teorema de Jordan para poligonais — Equivalência de polígonos. Áreas poligonais — O postulado das paralelas. Geometrias Euclidianas e não Euclidianas.

GEOMETRIA ANALíTICA

Coordenadas abscissas na reta — Coordenadas cartesianas no plano — Coordenadas cartesianas no espaço — Transformações de coordenadas — Curvas — Superfícies.

GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO GEOMÉTRICO

Problemas gráficos sôbre homologia — Problemas gráficos sôbre falsa posição — Problemas gráficos sôbre cônicas — Representação do ponto, da reta e do plano nos diversos métodos — Problemas gráficos — Problemas métricos.

GEOMETRIA PROJETIVA

Postulados fundamentais — Formas uni-dimensionais, bi-dimensionais e tri-dimensionais — Projetividade — Polaridade — Cônicas — Quádricas.

GEOMETRIA III

Espaços afins — Espaços projetivos — Módulos — Algebras — Algebra tensorial — Formas multilineares.

INTRODUÇÃO À TEORIA DOS CONJUNTOS E TOPOLOGIA GERAL

TEORIA DOS CONJUNTOS: Conjuntos abstratos: Relações e funções. Famílias de conjuntos: Reunião, intersecção e produto cartesiano. O Axioma da Escolha — Relações de Equivalência — Conjuntos ordenados: Teorema de Zorn. Conjuntos bem ordenados: Teoremas de Cantor e de Zermelo — Números transfinitos.

TOPOLOGIA GERAL: Espaços Topológicos: Axiomas de Separação e de enumerabilidade. Funções contínuas e homeomorfismos. Limites. Prolongamento de uma função por continuidade. Compacidade. Teorema de Tychonoff sôbre o produto de espaços topológicos. Filtros e ultrafiltros. Compacidade. Teorema de Tychonoff sôbre o produto de espaços topológicos. Espaços localmente compactos: Teorema de Alexandroff — Espaços conexos e localmente conexos — Espaço quociente — Separação de espaço quociente — Espaços métricos e metrizáveis. Estrutura uniforme dos espaços métricos. Completação de um espaço métrico.

TEORIA DA INTEGRAÇÃO (optativa)

Medidas e medidas exteriores: Teorema de Hahn-Kolmogoroff. Medidas de Borel e de Lebesgue no R^n. Medida de Stieltjes-Lebesgue — Integração: Funções mensuráveis. Integral de uma função mensurável. Seqüências de funções integráveis. Teoremas sôbre convergência. Integral de Lebesgue. Diferenciação e integração — Integral no produto cartesiano: Produto de medidas. Integral no produto cartesiano: Teorema de Fubini — Os espaços L^p.

TEORIA DAS FUNÇÕES ANALíTICAS

Função analítica segundo Weierstrass, Cauchy e Riemann. Representação conforme — Integral no campo complexo. Resíduos. Indicador logarítmico — Função analítica de mais de uma variável. Função implícita — Prolongamento analítico. Superfícies de Riemann — Funções algébricas e suas integrais — Construção de funções analíticas. Teorema de Mittag-Leffler e de Weierstrass — Teorema de existência de equações diferenciais no campo complexo.

TEORIA DOS NÚMEROS

A primeira parte desenvolve a Teoria das congruências de Gauss até as congruências quadráticas com o estudo sistemático da lei da reciprocidade quadrática. Na segunda parte é feito um estudo dos primeiros fundamentos da Teoria Algébri-

ca dos números com aplicações aos corpos quadráticos e ciclotômicos.

CONCURSO DE HABILITAÇÃO

Condições para Inscrição — (vide informações página 51)
Matérias de Exame

Os exames de habilitação para o curso de Matemática compreendem provas escritas das seguintes matérias: Matemática, Física, Desenho, Português e uma língua viva (opção entre Francês, Inglês e Alemão) e provas orais de Português e da língua viva.

Embora se adote o sistema de opção em relação às línguas estrangeiras, convém salientar que as línguas francesa e inglêsa são indespensáveveis para os estudantes de Matemática, quer para consulta da bibliografia especializada, quer para assistir muitas das conferências promovidas pelo Departamento. O alemão é também um idioma útil para os que se dedicam à Matemática.

O número de vagas por ano, incluindo-se os dois períodos, tem sido de sessenta. A procura é grande, tendo aumentado muito em 1964. Em geral não se tem preenchido tôdas as vagas, como se pode constatar no quadro que segue:

	Primeira época		Segunda época	
	Inscritos	Aprovados	Inscritos	Aprovados
1960	190	28		
1961	177	25		
1962	203	52		
1963	195	33	58	5
1964	245	90		
1965	327	82		

REGIME DE ESTUDOS E DE TRABALHO DURANTE O CURSO

O número de horas de aulas por semana varia em função do período de funcionamento e da série do curso.

Em geral para o período noturno há cêrca de 4 a 5 aulas por dia.

No diurno, para o 1.º e o 2.º ano há aulas na parte da manhã e da tarde, quase todos os dias da semana. No 3.º e no 4.º ano, as aulas ocupam um só período (só manhã ou só a tarde) na maioria dos dias.

Os trabalhos práticos exigidos incluem exercícios e as atividades de laboratório das matérias do Departamento de Física.

Exercícios — Estão incluídos no horário e são dados à medida que os programas vão sendo desenvolvidos.

Trabalhos de Laboratório — São também incluídos no horário e obedecem ao regime estabelecido pelo Departamento de Física, quanto a temas e tipo de pesquisa.

Seminários — O Departamento realiza os seminários de acôrdo com as oportunidades e as necessidades, porém, êstes não fazem parte integrante do Curso de Matemática. Destinam-se aos interessados em geral, entre os quais se incluem os alunos. São feitos por professôres da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, por especialistas convidados (nacionais e estrangeiros), por assistentes e também por alunos. Os temas variam com o interêsse do momento ou com a especialidade dos encarregados pelos seminários.

REGIME DE PROMOÇÃO

Para a promoção dos alunos, o Departamento de Matemática, de acôrdo com as Portarias GR n.º 52 de 29 de maio de 1963 e n.º 92 de 5 de setembro de 1963, estabeleceu as seguintes exigências:

1. Será atribuída ao aluno uma nota de aproveitamento verificada pelos trabalhos, exercícios, provas, etc., exigidas durante o ano;
2. Não haverá exames parciais, com exceção do 3.º ano da Cadeira de Análise Matemática, que exige 2 (dois) exames parciais escritos, com nota mínima 5 (cinco) em cada um;

3. O aluno que obtiver nota de aproveitamento inferior a 5 (cinco), estará reprovado, não podendo prestar exames finais em 1a. ou 2a. época;
4. Na Cadeira de Análise Matemática (3.º ano), a aprovação na matéria do primeiro semestre é condição obrigatória para prestação do exame da matéria do segundo semestre;
5. Estará isento de exame final oral o aluno que obtiver média 7 (sete) no mínimo entre o exame escrito e a nota de aproveitamento;
6. Será considerado aprovado em 1a. época o aluno que na média entre a nota de aproveitamento e o exame final (escrito e oral) obtiver nota igual ou superior a 5 (cinco);
7. Prestará exame de 2a. época, o aluno que fôr reprovado no exame de 1a. época, isto é, que não obtiver média 5 (cinco) entre o aproveitamento e o exame final, bem como o aluno que tendo nota mínima 5 (cinco) de aproveitamento não comparecer ao exame de 1a. época;
8. O cálculo da nota de aprovação em 2a. época seguirá o mesmo critério da 1a. época.

CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO

MINISTRADOS FORA DA FACULDADE:

1. No Instituto de Pesquisas Matemáticas (Vide informações pág. 81)
2. No Instituto de Energia Atômica (Vide informações pág. 64)
3. No Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA)

Êste Instituto, órgão do Conselho Nacional de Pesquisa, com mandato universitário da Universidade do Brasil, realiza pesquisas e oferece cursos em nível de pós-graduação aos graduados em Matemática. No corrente ano essa instituição realizou o sseguintes cursos de pós-graduação: Álgebra, Analise Funcional, Equação Diferencial e Integral de Lebesgue.

Periòdicamente o IMPA convida professôres estrangeiros para ministrarem cursos mais avançados. Atualmente, encontra-se na instituição o Prof. Martineau, da Universidade de Montpellier (França), ministrando um curso desta natureza.

O Instituto organiza, desde 1957, de dois em dois anos, os Colóquios Brasileiros de Matemática, com a duração de duas a três semanas, durante os quais são realizados cursos em nivel avançado.

ANEXO CC

PARTE DOS PROGRAMAS APROVADOS PARA O ANO DE 1965 NA FFCL DA USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: — Prof. Dr. Luís Antônio da Gama e Silva
Vice-Reitor: — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Diretor: — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri
Vice-Diretor: — Prof. Dr. Rui Ribeiro Franco
Secretário: — Lic. Eduardo Marques da Silva Ayrosa

SECÇÃO GRÁFICA imprimiu 1965.

1965

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR E EDUCAÇÃO COMPARADA

(Cadeira)

(Curso diurno)

1.º Semestre

2.º Ano

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR — CONJUNTO B

Administração Geral e Administração Escolar
a) Racionalização Geral do Trabalho
b) Teoria Geral da Administração Escolar
c) Da Administração Geral à Administração Escolar

3.º Ano

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR — CONJUNTO B

Administração Escolar e Sistemas Escolares

EDUCAÇÃO COMPARADA — CONJUNTO A

Pressupostos Filosóficos e Políticos de Sistemas Nacionais de Ensino

4.º Ano

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR — CONJUNTO B

1. Problemas especiais
2. Legislação Escolar vigente

EDUCAÇÃO COMPARADA — CONJUNTO B

1. Introdução
2. O Sistema Escolar Brasileiro como têrmo de comparação

(Curso noturno)

3.º Ano

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR — CONJUNTO B

Administração Geral e Administração Escolar

a) Racionalização do Trabalho
b) Teoria Geral da Administração Escolar
c) Da Administração Geral à Administração Escolar

4.º Ano

ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR — CONJUNTO B

Administração Escolar e Sistemas Escolares

ANÁLISE SUPERIOR
(Cadeira)

3.º Ano

Teoria dos conjuntos e Topologia Geral

1a. parte — Teoria dos conjuntos

Conjuntos Abstratos. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Relações e Funções. Imagens de um conjunto por uma função. Funções compostas e funções biunívocas. Equipotência; teorema de Benrstein-Cantor. Conjuntos finitos e infinitos; o princípio de indução finita; conjuntos enumeráveis. Famílias de elementos quaisquer; seqüências.

Famílias de conjuntos. Produto cartesiano de uma família finita; projeções. Reunião, intersecção e produto cartesiano de uma família qualquer. O Axioma da Escolha. Associatividade do produto cartesiano.

Relações de equivalência. Classes de equivalência, conjunto quociente e sistemas de representantes. Relação de equivalência induzida. Produto e quociente de relações de equivalência.

Conjuntos ordenados. Relação de ordem sôbre um conjunto. Elementos extremais de uma parte de um conjunto ordenado. Noções sôbre reticulados. Conjunto ordenado indutivo; teorema de Zorn. Aplicações do Teorema de Zorn.

Conjuntos bem ordenados. Teoremas de Cantor e de Zermelo. O princípio de indução transfinita.

Números transfinitos. Números ordinais e cardinais transfinitos; operações e comparação.

2a. parte — Topologia Geral

Espaços topológicos. Conjuntos abertos e conjuntos fechados. Vizinhanças. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Sub-espaços. Axiomas de separação. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Bases de abertos. Axiomas de enumerabilidade. Produto finito de espaços topológicos.

Funções contínuas e homeomorfismos. Caracterização das funções contínuas por meio das imagens recíprocas dos conjuntos abertos. Continuidade relativa a um sub-espaço. Homeomorfismo entre dois espaços topológicos. Limites. Prolongamento por continuidade de uma função que toma valores num espaço regular.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Funções contínuas nos espaços compactos. Teorema de Tychnoff sôbre o produto de espaços compactos. Espaços localmente compactos. Compatificação de um espaço localmente compacto; teorema de Alexandroff.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Espaços localmente conexos.

Espaço quociente. Relações de equivalências abertas e fechadas. Separação de um espaço quociente.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Seqüências de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços métricos de caráter enumerável; sub-espaços. Produto finito de espaços metrizáveis. Estrutura uniforme de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; completação. Compacidade nos espaços metrizáveis.

4.º Ano

TEORIA DA INTEGRAÇÃO

1a. parte — Medidas e medidas exteriores.

1. Anéis e tribos sôbre um conjunto. Classes monotônicas.
2. Medida sôbre um anel. Conjunto mensurável relativamente a uma medida exterior; teorema de Hahn-Kolmogoroff.
3. Medidas de Borel e de Lebesgue no R^n.
4. Funções mensuráveis. Seqüências de funções mensuráveis: convergência pontual e convergência em medida.

2a. parte — Integração

1. Integral de uma função mensurável. Linearidade da integral e aditividade relativamente ao campo de integração.
2. Seqüências de funções integráveis. Teoremas sôbre convergência.
3. Integral de Lebesgue. Diferenciação e integração. Integração por partes.

3a. parte — Integral no produto cartesiano

1. Produto de anéis e de tribos. Produto de medidas.
2. Integral no produto cartesiano. Teorema de Fubini.

4a. parte — Os espaços L^p

1. Noções sôbre os espaços de Banach e de Hilbert.
2. Desigualdades de Hölder e Minkowski. Os espaços funcionais L^p.

Nota: O presente programa deve ser desenvolvido em duas aulas teóricas semanais de uma hora cada e duas aulas práticas de três a quatro horas cada, durante um semestre. Sempre que possível serão realizadas três excursões uma ao cerrado, uma à mata úmida de encosta e uma à vegetação litorânea.

Fisiologia Vegetal

1 — Introdução: indicação dos principais problemas e relações com outras ciências.
2 — Retenção da forma da célula vegetal. A membrana de celulose. Embebição. Osmose: plasmólise e deplasmólise: diagrama de Hoefler.
3 — Entrada de materiais do meio para a planta. Entrada de água e de solutos: equilíbrio de Donnan. Troca de ions através do protoplasma. Acumulação de ions na célula.
4 — Soluções de cultura: macro e micronutrientes. Deficiências.
5 — Transporte de materiais na planta: movimentos dentro da célula e entre as células. Tecidos interessados no transporte de água: impulso da raiz: teoria baseada na coesão da água. (Dixon).
6 — Transporte de materiais na planta. Tecidos interessados no transporte de solutos orgânicos e inorgânicos. Teoria do transporte em massa. ("mass-flow theory" de Münch).
7 — Saída de materiais da planta para o meio. Saída de água: gutação, sudação e transpiração. Regulação estomática da transpiração: movimentos foto e hidroativos dos estômatos. Saída de solutos: excreção cuticular: papel ecológico de certas excreções.
8 — Transformações de materiais na planta. Fotossíntese: clorofila e outros pigmentos; luz — efeitos qualitativos e quantitativos; luz intermitente; ponto de compensação, seu significado ecológico. Entrada de gás carbônico na fôlha. Quociente fotossintético. Fotofosforilação cíclica e acíclica. O caminho do carbono na fotossíntese. Ciclo regenerativo da ribulose de fosfato. Fixação noturna de CO_2.
9 — Transformação de materiais na planta. Respiração aeróbica, anaeróbica, intramolecular. Fermentação. Quociente respiratório. Enzimas envolvidas na respiração. Mecanismo da respiração: glicólise, ciclo de Krebs. Quimiossíntese.
10 — Crescimento sob condições simétricas. Fases e regiões de crescimento; crescimento por multiplicação e distensão. Fatôres físicos, nutricionais e hormonais que atuam no crescimento. Auxinas: síntese, natureza química, modo de ação e inativação. Influência de hormônios no enraizamento, na indução de frutos partenocárpicos, na extinção de plantas.
11 — Crescimento sob condições assimétricas. Movimentos: tropismos, nastismos e nutações.
12 — Movimentos não devidos a crescimento: movimentos higroscópicos e por variação de turgescência.
13 — Desenvolvimento. Polaridade. Correlações. Regeneração e propagação vegetativa. Termo-periodismo; vernalização. Foto-periodismo; floração.

Nota: O presente programa deve ser desenvolvido em duas aulas teóricas semanais de uma hora cada e duas aulas práticas semanais de três a quatro horas cada, durante um semestre.

CÁLCULO INFINITESIMAL

(Cadeira)

CURSOS DE FÍSICA E DE MATEMÁTICA

1.º Ano

I) Funções de uma variável real.

— Conjuntos de pontos sôbre uma reta. Extremos e pontos de acumulação. Teorema de Bolzano.
— Funções de uma variável real. Limites e continuidade.
— Estudo das funções elementares. Gráficos.

II) Cálculo diferencial.

— Derivadas. Regras de derivação. Derivadas das funções elementares.
— Teorema de Rolle. Teorema de Cauchy e teorema dos acréscimos finitos.
— Infinitésimos e infinitos. Diferenciais.
— Regras de l'Hôpital.
— Cálculo de ordens infinitesimais. Máximos e mínimos. Contacto de curvas planas. Sentido da concavidade. Círculo oscilador.
— Fórmulas de Taylor e de MacLaurin.

III) Cálculo integral.

— Funções primitivas. Regras de integração. Integração de algumas equações diferenciais simples.
— Integração das funções racionais e de outras classes de funções.
— Integrais impróprias. Critérios de Bertrand.
— Arco de uma curva.

IV) Funções de mais de uma variável.

— Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Região e domínio. Espaço vetorial. Dimensão.
— Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade.
— Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciáveis. Interpretação geométrica.
— Funções homogêneas.
— Fórmulas de Taylor e de MacLaurin, para funções de mais de uma variável.
— Máximos e mínimos para funções de duas ou mais variáveis.
— Funções implícitas. Cálculo das derivadas sucessivas.

V) Aplicações geométricas do cálculo diferencial.

— Tangentes e planos tangentes. Assíntotas.
— Pontos singulares das curvas planas.

— Envoltórias.
— Curvatura. Evolutas e evolventes.
— Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torção.
— Classificação dos pontos regulares de uma superfície.
— Curvatura das curvas situadas sôbre uma superfície.
— Coordenadas curvilíneas. As duas formas quadráticas fundamentais.

VI) Integrais das funções de mais de uma variável.

— Integrais curvilíneas.
— Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes. Momentos e inércia, centro de gravidade, etc.
— Derivada de uma integral dependente de um parâmetro.
— Formas diferenciais. Diferenciais exatas.

VII) Equações diferenciais.

— Definições. Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
— Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas ou não.

2.º Ano

I) Revisão de conceitos fundamentais.

— Noções gerais sôbre a teoria dos conjuntos.
— Teoria dos números reais. Estrutura de ordem e estrutura algébrica.
— Estrutura topológica do campo real.
— Teorema de Borel-Lebesgue. Conjuntos compactos.
— Conceito geral de função. Teorema de Weierstrass.
— Continuidade uniforme. Teorema de Heine.
— Critério de convergência de Cauchy. Limite máximo, limite mínimo e oscilação em um ponto.
— Integral de Riemann. Integrabilidade. Teorema fundamental do Cálculo Integral.
— Revisão do estudo das funções de mais de uma variável. Extensão dos teoremas de Bolzano, Borel-Lebesgue, Weierstrass, Heine e Cauchy.
— Função implícita. Generalização. Jacobiano. Dependência funcional.

II) Sucessões e séries.

— Sucessões e séries numéricas. Séries de têrmos positivos.
— Séries de têrmos reais quaisquer. Sucessões e séries de têrmos complexos. Séries duplas. Produtos infinitos.
— Sucessões e séries de funções. Convergência uniforme. Integração e derivação por série.
— Séries de potências. Propriedades. Noções sôbre as séries trigonométricas.
— Estudo das transcedentes elementares no campo complexo.

III) Integrais duplas e múltiplas. Potenciais.

— Integrais curvilíneas. Integral dependente de um parâmetro. Formas diferenciais.

— Integrais duplas segundo Riemann. Cálculo de uma integral dupla.
— Integrais múltiplas. Mudanças de variáveis. Domínios orientados.
— Área de uma superfície. Integral de superfície.
— Teoremas de Gauss e de Stokes. Campos vetoriais particulares.
— Fórmula de Green. Funções harmônicas. Problema de Dirichlet. Fórmula de Poisson.
— Potenciias newtonianos de linhas e superfícies. Potencial de camada dupla.
— Potencial de volume. Equação de Poisson.

IV) Equações diferenciais.

— Recordação dos tipos elementares de equações diferenciais. Equação linear de coeficientes constantes.
— Sistemas de equações diferenciais. Equações de derivadas parciais de primeira ordem, lineares, homogêneas ou não.

3.º Ano

I) Equações diferenciais.

— Teorema de existência para sistema de equações diferenciais ordinárias. Métodos de Peano e de Picard. Unicidade.
— Conseqüências do teorema de existência e unicidade.
— Resolução de sistemas diferenciai sordinários. Equações de derivadas parciais lineares.
— Sistemas de equações de diferenciais totais.
— Equações não lineares. Integral completa. Método das faixas características ou de Cauchy.

II) Teoria das funções analíticas.

— Função analítica segundo Weierstrass, Cauchy e Reimann. Representação conforme.
— Integral no campo complexo. Resíduos. Indicador logaritmico.
— Função analitica de mais de uma variável. Função implícita.
— Prolongamento analítico. Superfícies de Riemann.
— Funções algébricas e suas integrais.
— Construção de funções analíticas. Teoremas de Mittag-Leffler e de Weierstrass.
— Teorema de existência de equações diferenciais no campo complexo.

ANEXO DD

PARTE DOS PROGRAMAS APROVADOS PELA FFCL DA USP EM 1968

2.º Semestre

Administração de Escolas e Administração de Sistemas Escolares

4.º Ano Diurno

(Conjunto B)

5.º Ano Noturno

1.º Semestre

Problemas especiais de Administração Escolar

(Estudos de alguns problemas especiais de Administração Escolar escolhidos de comum-acôrdo entre os alunos e o professor).

2.º Semestre

Legislação Escolar

a. O Estado moderno
b. O Direito Administrativo
c. A estatização do ensino
d. Atos legislativos e administrativos
e. Técnica de legislação
f. Legislação escolar vigente

4.º Ano Diurno

(Alunos que fazem licenciatura, exceto os de Pedagogia)

4.º Ano Noturno

2.º Semestre

1. Noções de Administração Geral
2. Noções de Administração Escolar
3. Administração do Sistema Escolar Brasileiro
4. Legislação Escolar

EDUCAÇÃO COMPARADA (Programas)

3.º Ano Diurno (Conjunto A.)
4.º Ano Diurno (Conjunto B.)
5.º Ano Noturno (Conjunto B.)

1.º Semestre

1. Introdução ao estudo da Educação Comparada
   a. Histórico da Educação Comparada
   b. Conceito de Educação Comparada
   c. O problema do método em Educação Comparada
2. Sistema Escolar Brasileiro como têrmo de comparação.

2.º Semestre

1. Estudo monográfico de sistemas escolares estrangeiros.
2. Estudo comparativo de alguns problemas de educação.

ANÁLISE SUPERIOR

3.º Ano

Teoria dos conjuntos e Topologia Geral

1a. parte — Teoria dos conjuntos

Conjuntos Abstratos. Pertinência e inclusão. As operações reunião e intersecção. Regra de dualidade.

Relações e Funções. Imagens de um conjunto por uma função. Funções compostas e funções biunívocas. Equipotência; teorema de Bernstein-Cantor. Conjuntos finitos e infinitos; o princípio de indução finita; conjuntos enumeráveis. Famílias e elementos quaisquer; seqüências.

Famílias de conjuntos. Produto cartesiano de uma família finita; projeções. Reunião, intersecção e produto cartesiano de uma família qualquer. O Axioma da Escolha. Associatividade do produto cartesiano.

Relações de equivalência. Classes de equivalência, conjunto quociente e sistemas de representantes. Relação de equivalência induzida. Produto e quociente de relações de equivalência.

Conjuntos ordenados. Relação de ordem sôbre um conjunto, Elementos extremais de uma parte de um conjunto ordenado. Noções sôbre reticulados. Conjunto ordenado indutivo; teorema de Zorn. Aplicações do teorema de Zorn.

Conjuntos bem ordenados. Teoremas de Cantoh e de Zermelo. O princípio de indução transfinita.

Números transfinitos. Números ordinais e cardinais transfinitos; operações e comparação.

2a. parte — Topologia Geral

Espaços topológicos. Conjuntos abertos e conjuntos fechados. Vizinhanças. Interior, aderência e fronteira de um conjunto. Conjunto denso em outro. Subespaços. Axiomas de separação. Geração de uma topologia por meio de um conjunto de partes. Bases de abertos. Axiomas de enumerabilidade. Produto finito de espaços topológicos.

Funções contínuas e homeomorfismos. Caracterização das funções contínuas por meio das imagens recíprocas dos conjuntos abertos. Continuidade relativa a um subespaço. Homeomorfismo entre dois espaços topológicos. Limites. Prolongamento por continuidade de uma função que toma valores num espaço regular.

Compacidade nos espaços topológicos em geral. Funções contínuas nos espaços compactos. Teorema de Tychnoff sôbre o produto de espaços compactos. Espaços localmente compactos. Compatificação de um espaço localmente compacto; teorema de Alexandroff.

Conexão. Espaços conexos. Funções contínuas num espaço conexo. Espaços localmente conexos.

Espaço quociente. Relações de equivalências abertas e fechadas. Separação de um espaço quociente.

Espaços métricos e metrizáveis. Isometria. Seqüências de pontos nos espaços metrizáveis. Espaços métricos de caráter enumerável; subespaços. Produto finito de espaços metrizáveis. Estrutura uniforme de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Espaços métricos completos e incompletos; completação. Compacidade nos espaços metrizáveis.

4.º Ano

TEORIA DA INTEGRAÇÃO

1a. parte — Medidas e medidas exteriores

1. Anéis e tribos sôbre um conjunto. Classes monotônicas.
2. Medida sôbre um anel. Conjunto mensurável relativamente a uma medida exterior; teorema de Hahn-Kolmogoroff.
3. Medidas de Borel e de Lebesgue no R^n.
4. Funções mensuráveis. Seqüências de funções mensuráveis: convergência pontual e convergência em medida.

2a. parte — Integração

1. Integral de uma função mensurável. Linearidade da integral e aditividade relativamente ao campo de integração.
2. Seqüências de funções integráveis. Teoremas sôbre convergência.
3. Integral de Lebesgue. Diferenciação e integração. Integração por partes.

3a. parte — Integral no produto cartesiano

1. Produto de anéis e de tribos. Produto de medidas.
2. Integral no produto cartesiano. Teorema de Fubini.

4a. parte — Os espaços L^p

1. Noções sôbre os espaços de Banach e de Hilbert.
2. Desigualdade de Hölder e Minkowski. Os espaços funcionais L^p.

ANTROPOLOGIA

(1.º ano de Ciências Sociais — 3 horas semanais — 2 semestres)

I. Introdução: A unidade da Antropologia.

II. O homem como ser biológico
   1. A evolução biológica:
      a. A teoria da evolução biológica.
      b. A posição do homem na natureza.
   2. A evolução homínida:
      a. As tendências da hominização: evidências fósseis.
      b. As variedades humanas atuais.
   3. Raça e cultura.

III. O homem como ser cultural
   1. Simbolização e vida social:
      a. A oposição entre natureza e cultura.
      b. Simbolização, linguagem e cultura.
   2. Natureza da cultura.
      a. A instrumentalidade da cultura: adaptação, integração e expressão.
      b. Estrutura e integração da cultura.
   3. Cultura, sociedade e indivíduo.

IV. A noção de primitivo em Antropologia.

Antropologia Social

(2.º ano de Ciências Sociais — 3 horas semanais — 2 semestres)

I — Introdução
   1. Cultura e sociedade.
   2. Antropologia cultural e antropologia social.

II — O conceito de estrutura na explicação antropológica
   1. Estrutura social e função.
   2. Estrutura e organização social.
   3. Estrutura como modêlo.

III — Os aspectos sociais de atividade econômica
   1. Fenômenos econômicos e fenômenos sociais totais.
   2. A reciprocidade como fundamento da organização econômica.
   3. A definição social do ambiente.

IV — Parentesco e afinidade como princípio de organização social

Influência de hormônios no enraizamento, na indução de frutos partenocárpicos, na extinção de plantas.

11 — Crescimento sob condições assimétricas. Movimentos: tropismos, nastismos e nutações.

12 — Movimentos não devidos a crescimento: movimentos higroscópicos e por variação de turgescência.

13 — Desenvolvimento. Polaridade. Correlações. Regeneração e propagação vegetativa. Termo-periodismo; vernalização. Fotoperiodismo; floração.

Nota: O presente programa deve ser desenvolvido em duas aulas teóricas semanais de uma hora cada e duas aulas práticas semanais de três a quatro horas cada, durante um semestre.

CÁLCULO INFINITESIMAL

Cálculo Diferencial e Integral

1.º semestre

1) Números reais e funções. Corpo real, axiomas. Função de uma variável real. Limites e continuidade. Estudo das funções elementares. Coordenadas no plano. Gráficos.

2) Cálculo Diferencial. Derivadas. Regras de derivação. Derivadas das funções elementares. Teorema de Rolle. Teorema dos acréscimos finitos. Aplicações ao estudo de gráficos de funções. Máximos e mínimos. Sentido da concavidade. Regras de l'Hospital. Diferencial. Infinitésimos e infinitos. Fórmula de Taylor. Resto.

3) Cálculo Integral. Integral definida. Propriedades. Integrabilidade de funções continuas. Funções primitivas. Regras de integração. Integração de funções racionais e outras classes de funções. Integral imprópria.

4) Geometria analítica. Retas e segmentos orientados. Fórmula da distância. Equação de certas curvas. Retas. Retas paralelas e perpendiculares. Vetores num plano. Combinações lineares. Ângulos. Componentes. Funções vetoriais e suas derivadas. Velocidade e aceleração. Componentes normais e tangenciais. Coordenadas polares. Coordenadas no R^3. Fórmula da distância. Retas. Planos. Ângulos, intersecções. Vetores no espaço. Combinações lineares. Produto escalar. Produto vetorial.

5) Aplicações geométricas do cálculo. Gráficos de funções. Tangentes, assíntotas. Arco de uma curva. Curvas reversas. Triedro fundamental. Curvatura e torsão.

2.º semestre

1) Funções de mais de uma variável. Conjuntos de pontos no plano e no espaço. Regiões. Espaço de n dimensões. Funções de mais de uma variável. Limites e continuidade. Derivadas parciais. Diferencial. Funções diferenciáveis. Interpretação geométrica. Funções homogêneas. Fórmula de Taylor para funções de mais de uma variável. Máximos e mínimos para funções de mais de uma variável. Funções implícitas. Cálculo das derivadas sucessivas.

2) Outras aplicações geométricas. Plano tangente a uma superfície imersa no espaço. Intersecção de superfícies; regiões do espaço limitadas por superfícies.

3) Integrais das funções de mais de uma variável. Integrais curvilíneas. Integrais duplas e múltiplas. Cálculo de volumes. Momentos de inércia, centros de gravidade, etc. Derivada de uma inte-

gral dependente de um parâmetro. Formas diferenciais. Diferenciais exatas.

4) Equações diferenciais. Definições. Tipos elementares de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Equações lineares de coeficientes constantes, homogêneas e não homogêneas.

3.º semestre

1) Sucessões e séries. Sucessões e séries numéricas. Séries convergentes e divergentes. Séries de têrmos positivos. Séries de têrmos positivos e negativos. Séries de potências. Séries de Taylor. Diferenciação e integração de séries. Cálculo com séries. Operações algébricas com séries. Seqüências de funções; convergência uniforme; convergência uniforme de séries. Integração e diferenciação de séries. Séries duplas. Produtos infinitos.

2) Diferenciação parcial. Derivadas parciais. Diferenciação implícita. Regra da cadeia. Derivadas direcionais; interpretação geométrica das derivadas parciais. Plano tangente. Diferencial; teorema de aproximação. Derivadas de ordem superior. Fórmula de Taylor com resto. Máximos e mínimos com condições; multiplicadores de Lagrange. Diferenciais exatas. Integrais curvilíneas. Integrais curvilíneas que independem do caminho; aplicações.

3) Integral de Riemann. Conteudo de Jordan. Integral de Riemann. Condição de integrabilidade. Integral dupla. Integrais iteradas; cálculo de integrais múltiplas. Transformação de integrais múltiplas. Áreas de superfícies.

4) Funções definidas por integrais. Diferenciação sob o sinal de integração. Critério de convergência para integrais impróprias. Estudo da função gama. Integrais múltiplas impróprias. Funções definidas por integrais impróprias.

ÁLGEBRA I

I. Noções da teoria dos conjuntos: 1. Conjuntos; relação de pertinência; inclusão; reunião e intersecção. 2. Produto cartesiano. 3. Relações; relações de equivalência; conjunto quociente; relação de ordem. 4. Aplicações. 5. Família de elementos.

II. Números Naturais: 1. Axiomas de Peano. 2. Indução completa. 3. Adição e multiplicação. 4. Relação de ordem. 5. Princípio do menor número natural.

III. Números inteiros: 1. Definição; operações. 2. Relação de ordem. 3. Princípio do menor inteiro. 4. Valor absoluto. 5. Noções sôbre a teoria dos números: números primos, algorítmo da divisão, máximo divisor comum, teorema fundamental da Aritmética, congruências do primeiro grau, critérios de divisibilidade.

IV. Anéis e corpos: 1. Operações .2. Monoides. 3. Elementos simetrizáveis. 4. Potências e múltiplos. 5. Grupos. 6. Anéis; divisores do zero; anéis de integridade. 7. Corpos. 8. Anel dos inteiros módulo n. 9. Sub-anéis e sub-corpos. 10. Homomorfismo; isomorfismos.

V. Corpo de frações de um anel de integridade: 1. Construção do corpo de frações de um anel de integridade. 2. Corpo dos números racionais. 3. Característica de um anel; corpos primos.

VI. Anéis e corpos ordenados: 1. Grupos ordenados. 2. Anéis ordenados. 3. Anéis de integridade bem ordenados. 4. Corpos ordenados. 5. Ordem sôbre o corpo de frações de um anel de integridade ordenado.

VII. Números reais e números complexos: 1. Supremo e ínfimo. 2. Corpos ordenados completos. 3. Caracterizações de um corpo ordenado completo. 4. Corpo dos números reais. 5. Corpo dos números complexos.

VIII. Anéis de polinômios: 1. Construção do anel de polinômios com uma indeterminada. 2. Grau. 3. Indeterminada. 4. Algorítmo da divisão. 5. Elementos inversíveis e divisores do zero. 6. Corpo de frações racionais com uma indeterminada. 7. Anel de funções. 8. Funções polinomiais. 9. Princípio de identidade de polinômios. 10. Noções sôbre anéis de polinômios c99 um número finito de indeterminadas.

ÁLGEBRA LINEAR

I. Espaços vetoriais: 1. Definição. 2. Sub-espaços. 3. Dependência linear. 4. Famílias livres e ligadas. 5. Bases. 6. Somas diretas 7. Espaço vetorial quociente.

II. Aplicações lineares: 1. Definição. 2. Núcleo e imagem de uma aplicação linear. 3. Hom (E,F). 4. O anel End (E). 5. Isomorfismos. 6. Automorfismos. 7. Pôsto de uma aplicação linear.

III. Matrizes: 1. Definição. 2. Matriz de uma aplicação linear. 3. Operações entre matrizes. 4. O anel M_n (K). 5. Matrizes inversíveis. 6. Pôsto de uma matriz.

IV. Dualidade: 1. Dual de um espaço vetorial. 2. Bases duais. 3. Reflexividade. 4. Ortogonalidade. 5. Dualidade nos

espaços vetoriais de dimensão finita. 6. Hiperplanos. 7. Transposta de uma aplicação linear. 8. Transposta de uma matriz. 9. Mudança de base. 10. Sistemas lieneares.

V. Redução à forma diagonal: 1. Vetores e valores próprios de um endomorfismo. 2. Polinômio característico. 3. Multiplicidade algébrica e multiplicidade geométrica. 4. Valores próprios regulares. 5. Redução à forma diagonal.

VI. Espaços unitários e euclidianos: 1. Produto interno. 2. Desigualdade de Schwarz. 3. Bases ortonormais. 4. Processo de ortogonalização de Gram-Schmidt. 5. Teorema da projeção ortogonal. 6. Adjunta de uma aplicação linear. 7. Endomorfismos hermitianos e simétricos. 8. Isometrias. 9. Endomorfismos normais. 10. Redução à forma diagonal de um endomorfismo normal. 11. Endomorfismos de um espaço euclidiano.

CÁLCULO AVANÇADO

1.º semestre

1) Números reais (introduzidos seja axiomàticamente, seja por cortes ou por sucessões), propriedades ,extremos, etc.

2) Espaços métricos (rudimentos), topologia dos espaços métricos (com ênfase nas aplicações a R^n; funções e continuidade; sucessões de Cauchy, completação.

3) Capacidade; conjuntos compactos em R^n; o teorema de Heine-Borel; o teorema de Weierstrass. Continuidade; continuidade e capacidade. Continuidade uniforme.

4) Funções numéricas de uma variável real; derivadas; máximos e mínimos; integrais, o teorema fundamental do Cálculo.

5) Funções numéricas de várias variáveis; limites, continuidade. Diferencial de uma função; derivada direcional, derivadas parciais. Derivadas parciais de ordem superior, teorema sôbre mudança de ordem numa derivada mista, funções de classe C^q. Fórmula de Taylor, aplicações. Máximos e mínimos.

6) Transformações de R^n em R^m; derivada de uma transformação, matriz jacobiana; transformações compostas, derivada da transformação composta.

2.º semestre

1) Os teoremas da função inversa e implícita. Variedades.

2) Máximos e mínimos condicionados; multiplicadores de Lagrange.

3) Integrais múltiplas; mudança de variável nas integrais múltiplas.

4) Formas multilineares alternadas; produto exterior. Formas diferenciais e derivação exterior.

5) Integração em variedades; elementos de área e de volume. Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Aplicações.

3.º semestre

1) Seqüências e séries de funções; convergência uniforme. Convergência uniforme e continuidade; integração e derivação têrmo a têrmo.

2) Equicontinuidade; seqüências equicontínuas de funções.

3) O teorema de Stone-Weierstrass (para funções de uma variável real e na sua forma mais geral).

4) Séries de potências; aplicações: as funções exponencial e logaritimica; as funções trigonométricas.

5) Séries de Fourier.

6) Integral de Lebesgue: medida de Lebesgue; funções mensuráveis; funções integráveis. Teorema de Fatou. Teorema de Lebesgue.

7) Os espaços $L^p(R^n)$; as desigualdades de Holder e Minkowski. Completação.

8) O espaço $L^2(R^n)$; conjuntos ortonormais e completos. Séries trigronométricas de Fourier, o teorema de Parseval.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

O programa para o Bacharelado constará do programa para licenciados, mais tópicos suplementares, a serem escolhidos entre os seguintes:

I — O Teorema integral de Cauchy e a teoria da homologia.
II — Sistemas lineares com ponto singular regular.
III — Sistemas de Sturm-Liouville.
IV — Teoria de Poincaré-Bendixon.
V — Equações Diferenciais Parciais de primeira ordem.
VI — Introdução às Equações Diferenciais Parciais lineares de segunda ordem.

FUNÇÕES ANALÍTICAS

Também constará do programa para licenciados, mais tópicos suplementares ,a serem escolhidos entre os seguintes:

I — O Teorema integral de Cauchy e a teoria da homologia.
II — O teorema integral de Cauchy e a teoria das formas diferenciais.
III — Espaços de funções holomorfas; equicontinuidade, normalidade, o Teorema de Arzela.

11 — Amplificadores transistorizados: — tipos de amplificadores; resposta em freqüência e em transitório; compensação em freqüências altas; associação em cadeias de amplificadores RC.

b) Parte prática :

Constará de trabalhos práticos, realizados semanalmente e destinados a familiarizar os estudantes com métodos e equipamentos de medidas, técnicas construtivas e tipos principais de circuitos.

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Equações Diferenciais (um semestre)

I — Equações Diferenciais de 1.ª ordem: métodos elementares de resolução.

Definições; interpretação geométrica; exemplos da Física e da Geometria.
Resolução de equações diferenciais sob forma normal: variáveis separáveis, equação homogênea, equação linear de primeira ordem, equação de Bernoulli, equação diferencial exata, fator integrante.
Forma não normal: equação de Clairaut, equação de Lagrange ou D'Alembert.
Aplicações geométricas.

II — Teoremas de existência e unicidade de soluções

Método de Picard para equações diferenciais de 1.ª ordem sob forma normal e para sistemas de equações diferenciais de 1.ª ordem sob forma normal.

III — Equações diferenciais lineares.

Propriedades algébricas; existência e unicidade das soluções.
Sistemas fundamentais de soluções da equação homogênea. Teorema de Liouville.
Equações homogêneas a coeficientes constantes; polinômios característicos.
Equações não homogêneas: método da variação das constantes; 2.º membro semi-polinômio.
Equação de Euler; equação linear geral.

Funções Analíticas (um semestre):

I — Números complexos

Construção do corpo dos números complexos.
Representação geométrica dos números complexos; forma polar.
Potência de um número complexo com expoente racional.

II — Séries e funções no campo complexo

Linguagem topológica para números e funções complexas.
Séries de funções complexas; Teorema de Abel. Funções elementares no campo complexo.
Definição de Logz. Aplicações.

III — Diferenciabilidade complexa:

Derivada de uma função de variável complexa; regras formais de derivação.
Condições de Cauchy-Riemann.
Funções diferenciáveis; funções analíticas; funções harmônicas.

IV — Integração complexa.

Integrais curvilíneas reais e integrais de funções de uma variável complexa.
Oteorema integral de Cauchy. Primitiva de uma função de uma variável complexa.
O teorema de Cauchy-Goursat.
A fórmula integral de Cauchy e suas conseqüências.
Série de Taylor de uma função analítica.

V — Cálculo de resíduos.

Séries de Laurent. Cálculo de resíduos em polos.
Cálculo de integrais reais (impróprias) por meio de resíduos.
Integrais envolvendo funções trigonométricas.

ESTATÍSTICA APLICADA

I — Curso básico de Estatística para a Secção de Ciências Sociais. 1.º ano. (quatro aulas semanais). 1. Objetivos da Estatística: O problema da Indução. 2. Distribuiçoes uni e bidimensionais de freqüência. 3. Noções de probabilidade. 4. Variável aleatória. Funções de distribuição e de freqüência. Caracterização. 5. Distribuições teóricas. 6. Amostragem simples. 7. Estimadores: suas propriedades e distribuição amostral. 8. A lógica da prova de hipóteses. 2.º ano. Amostragem. (duas aulas semanais). 1. Princípios de amostragem. 2. Decomposição do êrro amostral. O problema do viés. 3. Amostragem simples. Estimador razão e estimador regressão. 4. Estimação da média e do total nos principais esquemas de amostragem: estratificada, conglomerados, sistemática, estágios múltiplos e multifásica. Demografia e Estatística Econômica. (duas aulas semanais). 1. Estado da população. 2. Movimento da população. 3. Projeção. 4. Números índices simples, sintéticos e compostos. 5. Séries históricas. Determinação e eliminação das componentes. Método de médias móveis. Regressão.

II — Curso básico de Estatística para a Secção de Ciências Biológicas. Duração: 1 Semestre. (oito aulas semanais), (Optativo para História Natural) 1. Noções elementares de Probabilidade. 2. Distribuições de freqüência uni e bidimensionais. Caracterização. 3. Estimadores: propriedades e distribuição amostral. 4. Prova de hipóteses. 5. Testes não paramétricos. 6. Análise de variância. 7. Noções de planejamento de Experimentos.

III — Complementos de Estatística. Curso optativo para 3.º e 4.º ano. Duração: 1 ano. (quatro aulas semanais). 1. Introdução. Eventos aleatórios e suas operações. 2. Probabilidade. 3. Variáveis aleatórias uni e multidimensionais. Funções de Variáveis aleatórias. 4. Funções de distribuição e de freqüência. Caracterização. 5. Funções características. 6. Distribuições teóricas. 7. Noções de amostragem. 8. Estimadores e suas propriedades. Métodos de estimação. Prova de hipóteses.

ANEXO EE

PARTE DO CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DO IME DA USP PARA O ANO DE 1971



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

CURSOS DE GRADUAÇÃO

1971

Universidade de São Paulo

Curso de graduação: BACHARELADO EM MATEMÁTICA

Elenco hierarquizado de disciplinas semestrais

ome da disciplina	Requisitos	Unid. Resp.	Carga Horária
(1) Cálculo Diferencial e Integral I	-	IME	6
(2) Vetores e Geometria	-	IME	4
(3) Física Geral e Experimental I	-	IF	8
(4) Introdução à Computação	-	IME	4
(5) Cálculo Diferencial e Integral II	(1)	IME	6
(6) Álgebra Linear I	(2)	IME	4
(7) Física Geral e Experimental II	(3)	IF	8
(8) Introdução ao Cálculo de Probabilidades	-	IME	4
(9) Cálculo Diferencial e Integral III	(5)	IME	4
10) Álgebra I	(6)	IME	4+2
11) Cálculo Numérico I	(4),(5)	IME	3+2
12) Álgebra Linear II	(6)	IME	3+2
13) Optativa I			
14) Cálculo Diferencial e Integral V	(9)	IME	4
15) Análise Matemática I	(9),(6)	IME	3+2
16) Álgebra III	(10)	IME	3+2
17) Equações Diferenciais	(9),(6)	IME	3+2
18) Análise Matemática II	(15)	IME	3+2
19) Optativa II		IME	3+2
20) Funções Analíticas	(9)	IME	3+2
21) Optativa III		IME	3+2
22) Optativa IV		IME	3+2
23) Geometria Diferencial	(14)	IME	3+2
24) Topologia	(15)	IME	3+2
25) Disciplina de outra área			4
26) Português			3
27) Educação Moral e Cívica			3

Nota: 3+2 significa 3 horas de aulas teóricas + 2 horas de aulas práticas e seminários.

Instituto de Matemática e Estatística

OBSERVAÇÕES: O semestre letivo é, em geral, de aproximadamente 17 semanas.

Optativa I - A ser escolhida dentre as seguintes:

a) Introdução à Estatística I	(IME)
b) Física Geral e Experimental III	(IF)
c) Mecânica Geral I	(EP)
d) Mecânica Racional	(IF)
e) Física Matemática	(IF)

Optativa: II, III e IV -

Disciplinas a serem programadas oportunamente.

Disposições Transitórias -

Os requisitos acima descritos serão exigidos para os estudantes que ingressarem na U.S.P., através do vestibular, a partir de 1 971. Para os demais, a aplicação dos requisitos será examinada em cada caso, pelos Departamentos.

Universidade de São Paulo

Curso de graduação: LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Elenco hierarquizado de disciplinas semestrais.

Nome da disciplina	Requisitos	Unid. Resp.	Carga Horária
(1) Cálculo Diferencial e Integral I	-	IME	6
(2) Vetores e Geometria	-	IME	4
(3) Física Geral e Experimental I	-	IF	8
(4) Introdução à Computação	-	IME	4
(5) Cálculo Diferencial e Integral II	(1)	IME	6
(6) Álgebra Linear I	(2)	IME	4
(7) Física Geral e Experimental II	(3)	IF	8
(8) Introdução ao Cálculo de Probabilidades	-	IME	4
(9) Cálculo Diferencial e Integral III	(5)	IME	4
(10) Álgebra I	(6)	IME	4+2
(11) Cálculo Numérico I	(4),(5)	IME	3+2
(12) Física Geral e Experimental III	(7),(5),(2)	IF	8
(13) Introdução à Estatística	(8)	IME	4+2
(14) Álgebra II	(10)	IME	3+2
(15) Desenho Geométrico e Geometria Descr.	-	IME ou EP	3+2
(16) Física Geral e Experimental IV	(12),(9)	IF	8
(17) Teoria dos Conjuntos	-	IME	3+2
(18) Fundamentos da Matemática Elementar I	(10)	IME	3+2
(19) Funções Analíticas	(9)	IME	3+2
(20) História da Matemática	-	IME	3+2
(21) Fundamentos da Matemática Elementar II	(18)	IME	3+2
(22) Introdução à Análise	(9),(10)	IME	3+2
(23) Optativa I		IME	3+2
(24) Disciplina de outra área			4
(25) Fundamentos da Matemática Elementar III	(21)	IME	3+2
(26) Optativa II			3+2
(27) Português			3+2
(28) Educação Moral e Cívica			3
(29) Disciplinas obrigatórias da Faculdade de Educação e Instituto de Psicologia (c. 480 horas)			

Instituto de Matemática e Estatística

OBSERVAÇÕES: O semestre letivo é, em geral, de aproximadamente 17 semanas.

Optativas: -

Disciplinas a serem programadas oportunamente.

Disposições Transitórias -

Os requisitos acima descritos serão exigidos para os estudantes que ingressarem na U.S.P., através do vestibular, a partir de 1 971. Para os demais, a aplicação dos requisitos será examinada, em cada caso, pelos Departamentos.

Universidade de São Paulo

ANÁLISE I

3hs. por semana

1 - Teoria dos Conjuntos: Família, Intersecção e Reunião, conjunto das partes. Potências, números cardinais, teorema de Bernstein, $2^{\alpha} > \alpha$, conjuntos ordenados, bem ordenados. Axioma da escolha, lema de Zorn (sem demonstração); Aplicações.

2 - Construção de R : por sequências de Cauchy, menção da construção por cortes. Propriedades - Existência de sup. intervalos encaixantes.

3 - Topologia dos R^n e dos Espaços Métricos - Definições fundamentais, abertos, fechados, pontos de acumulação, compactos, conexos. - Sequências convergentes, sequências de Cauchy.

4 - Continuidade: Propriedades das funções contínuas. Continuidade uniforme. Convergência uniforme. Funções contínuas em compactos. Funções a valores em R - Teoremas da existência de máximo, do valor intermediário.

5 - Tópico livre.

Nota: Recomenda-se que onde seja cabível se use a linguagem de espaços de Banach e Hilbert.

Instituto de Matemática e Estatística

ANÁLISE II

3hs. por semana

1 - Integrais dependentes de um parâmetro: Derivação sob o sinal de integral. Integral imprópria dependendo de um parâmetro; derivação sob o sinal de integral. Aplicações das fórmulas integrais às equações de derivadas parciais.

2 - Integrais curvilíneas: Definição e existência; integral como limite de somas. Funções de variação limitada. Integral de Riemann-Stieltjes. Teorema da média; integração por partes. Aplicações.

3 - Séries de Fourier: (linguagem de espaços de Hilbert). Famílias ortogonais. Expansão de Fourier. Lema de Riemann. Condições de Dirichlet; teorema de Fourier. Sequências de Dirac; teorema de Fejer.

4 - Transformada de Fourier: Propriedades elementares. Transformada de uma derivada; outros casos especiais. Transformada de uma convolução. Fórmula de inversão. Aplicações à equações diferenciais parciais.

5 - Tópico livre.

Universidade de São Paulo

TOPOLOGIA

3hs. por semana

1 - Espaços topológicos: axiomas de vizinhanças; homeomorfismos. Completação de espaços métricos. Prolongamento de funções uniformemente contínuas.

2 - Teorema de Banach do ponto fixo. Aplicações às equações diferenciais e integrais.

3 - Espaços compactos e localmente compactos. Espaços métricos compactos.

4 - Espaços conexos e localmente conexos.

5 - Espaço produto. Teorema de Tychonoff (sem demonstração).

6 - Espaço quociente. Exemplos clássicos: espaços projetivos, tóros, superfícies compactas, etc.

7 - Tópico livre.

Instituto de Matemática e Estatística

FUNÇÕES ANALÍTICAS

3hs. por semana

1 - Séries de potências e funções elementares.

2 - Derivação complexa. Condições de Cauchy-Riemann.

3 - Integração complexa, fórmula integral de Cauchy, fórmula integral para derivadas de tôdas as ordens. Teorema do máximo módulo, teorema de Liouville.

4 - Séries de Taylor e de Laurent. Domínio de convergência e classificação de singularidades.

5 - Teorema dos resíduos. Aplicação ao cálculo de integrais.

6 - Tópico livre.

Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO À ANÁLISE

3hs. por semana

1 - Topologia de R e R^n, conexidade do intervalo, teorema de Borel-Lebesque. Definição geral de topologia.

2 - Espaços métricos e sua topologia. Compacidade e conexidade. Espaço produto.

3 - Funções contínuas. Teoremas clássicos com relação à compacidade e conexidade.

4 - Diferenciabilidade, teorema da média (revisão).

5 - Integral de Riemann. Critérios de integrabilidade. Teorema fundamental do cálculo diferencial e integral.

Instituto de Matemática e Estatística

FUNDAMENTOS I

3hs. por semana

1 - Espaços vetoriais.

2 - Transformações lineares de espaços vetoriais.

3 - Formas lineares. Dualidade.

4 - Espaços vetoriais euclidianos. Ortogonalidade.

5 - Espaços afins. Convexidade. Transformações afins.

6 - Espaços euclidianos. Semelhanças. Movimentos rígidos. Volume. Ângulos e medidas de ângulos. Movimentos rígidos no plano e no espaço.

Observação: Os ítens 1 e 2 são recordação de Álgebra Linear I, introduzindo-se um ou outro conceito adicional não apresentado naquela disciplina (por exemplo, auto-valor e auto-vetor, etc).

Objetivo principal: Visão algébrica da geometria elementar.

ANEXO FF

PARTE DO CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DE 1983 DO IME DA USP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO

1983

ELENCO DAS DISCIPLINAS DO CURSO DE MATEMÁTICA – LICENCIATURA - DIURNO

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	PRÉ-REQUISITOS	CRÉDITOS	SEMESTRE
MAT-111	Cálculo Diferencial e Integral I	-	6	1º
MAT-112	Vetores e Geometria	-	4	1º
FEP-101	Física 1	-	8	1º
MAP-110	Introdução à Ciência de Computação	-	3	1º
MAE-121	Introdução à Probabilidade e à Estatística I	-	3	1º
MAT-121	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT-111	6	2º
MAT-122	Álgebra Linear	MAT-112	4	2º
FEP-102	Física 2	-	8	2º
MAP-122	Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos	MAP-110	3	2º
MAE-212	Introdução à Probabilidade e à Estatística II	MAE-121	3	2º
MAT-211	Cálculo Diferencial e Integral III	MAT-121	6	3º
FEP-201	Física 3	FEP-101 MAT-112 MAT-121	8	3º
MAT-120	Álgebra I para Licenciatura	-	4	3º
MAT-230	Geometria I	-	4	3º
EFT-640	Educação Física	-	-	3º
FEP-202	Física 4	FEP-102 FEP-201 MAT-121	8	4º
MAT-210	Álgebra II para Licenciatura	MAT-120	6	4º
MAT-240	Geometria II	MAT-230	4	4º
MAP-121	Cálculo Numérico	MAT-111 MAP-110 MAP-122	4	4º
MAT-314	Introdução à Análise Real	MAT-121	5	5º
MAT-310	Geometria III	MAT-122	4	5º
EDF-345	Psicologia da Educação I	-	4	5º
-	Optativa I	-	-	5º
MAT-320	Introdução à Análise Complexa	MAT-211	5	6º
EDF-346	Psicologia da Educação II	-	4	6º
-	Optativa II	-	-	6º
MAT-327	Teoria dos Conjuntos	MAT-123	5	6º
-	Disciplina de Outra Área	-	-	6º
FLC-474	Língua Portuguesa	-	3	7º ou 8º
MAT-319	Estudo de Problemas Brasileiros I	-	3	7º
EDH-401	Didática	EDF-345 EDF-346	4	7º
EDM-427	Prática de Ensino de Matemática I	EDF-345 EDF-346	6	7º

continua

ELENCO DAS DISCIPLINAS DO CURSO DE MATEMÁTICA – LICENCIATURA - DIURNO (conclusão)

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	PRÉ-REQUISITOS	CRÉDITOS	SEMESTRE
MAT-422	Estudo de Problemas Brasileiros II	MAT-319	3	8º
MAT-412	Complementos de Matemática Elementar	EDF-345 EDF-346 EDM-427	5	8º
EDA-461	Estrutura e Funcionamento do Ensino do 1º e 2º Grau	-	4	8º
EDM-428	Prática e Ensino de Matemática II	EDF-345 EDF-346	6	8º
MAT-428	História da Matemática	-	5	8º

Observações: São disciplinas equivalentes:

MAT-212 e MAT-230
MAT-312 e MAT-240
MAT-322 e MAT-310

ELENCO DAS DISCIPLINAS DO CURSO DE MATEMÁTICA – LICENCIATURA - NOTURNO

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	PRÉ-REQUISITOS	CRÉDITOS	SEMESTRE
MAT-111	Cálculo Diferencial e Integral I	-	6	1º
MAT-112	Vetores e Geometria	-	4	1º
MAP-110	Introdução à Ciência de Computação	-	3	1º
MAE-121	Introdução à Probabilidade e à Estatística I	-	3	1º
MAT-121	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT-111	6	2º
MAT-122	Álgebra Linear	MAT-112	4	2º
MAT-122	Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos	MAP-110	3	2º
MAE-212	Introdução à Probabilidade e à Estatística II	MAE-121	3	2º
FEP-101	Física 1	-	8	3º
MAT-211	Cálculo Diferencial e Integral III	MAT-121	6	3º
MAT-230	Geometria I	-	4	3º
EFT-640	Educação Física	-	-	3º
FEP-102	Física 2	-	8	4º
MAT-240	Geometria II	MAT-230	4	4º
MAP-121	Cálculo Numérico	MAT-111 MAP-110 MAP-122	4	4º
FEP-201	Física 3	FEP-101 MAT-112 MAT-121	8	5º
MAT-120	Álgebra I para Licenciatura	-	4	5º

continua

MAT-313 - ÁLGEBRA III

OBJETIVOS: Dar ao estudante uma primeira apresentação da Teoria de Galois.

CONTEÚDO: 1. Grupos: subgrupos normais; grupos quocientes; teorema de homomorfismo; grupos cíclicos, grupos de permutação. 2. Extensões algébricas normais e separáveis, corpo de raízes de um polinômio. 3. Automorfismos de um corpo; teorema fundamental da teoria de Galois. 4. Aplicações: frações racionais simétricas, raízes da unidade de corpos finitos. 5. Resolução de equações algébricas.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Herstein,I.N., *Tópicos de Álgebra*, USP, São Paulo, 1970; Adamson, I.T., *Introduction to field theory*, Oliver & Boyd, Edinburgh, 1964; Kaplansky,I., *Fields and Rings*, Lecture Note in Mathematics, University of Chicago, Chicago, 1972; Artin,E., *Galois Theory*, Notre Dame University Press, 2nd. ed., 1944.

MAT-314 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL

OBJETIVOS: Apresentar ao licenciando, alguns pontos mais delicados de Análise.

CONTEÚDO: 1. Topologia de $\mathbb{R}$ e $\mathbb{R}^n$, conexidade do intervalo; teorema de Borel Lebesgue. 2. Espaços métricos e sua topologia; compacidade e conexidade; espaço produto. 3. Funções contínuas, teoremas clássicos com relação a compacidade e conexidade. 4. Diferenciabilidade; teorema da média. 5. Integral de Riemann; critérios de integrabilidade; teorema fundamental do cálculo diferencial e integral.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: White,A.G., *Análise Real*, USP, São Paulo, 1973; Lima,E.L., *Curso de Análise*, CNPq (Projeto Euclides), Rio de Janeiro, 1976.

MAT-317 - TOPOLOGIA

OBJETIVOS: Apresentar as noções de topologia geral necessárias ao aprofundamento do conhecimento de Análise Geométrica.

CONTEÚDO: 1. Espaços topológicos: homeomorfismos, produtos finitos. 2. Espaços métricos: continuidade uniforme, prolongamento de função uniformemente contínua. Completação de espaço métrico. Teorema do ponto fixo de Banach. 3. Espaços compactos e localmente compactos; compacidade nos espaços metrizáveis. 4. Espaços conexos e localmente conexos. 5. Produtos quaisquer de espaços topológicos. 6. Espaços quocientes: exemplos clássicos.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Lima,E.L., *Elementos de Topologia Geral*, 2 vol., IMPA, Rio de Janeiro, 1970; Lima,E.L., *Espaços Métricos*, IMPA, Rio de Janeiro, 1977; Hönig,C.S., *Aplicações da Topologia à Análise*, IMPA, Rio de Janeiro, 1976.

MAT-320 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA

OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações conformes e geometria.

CONTEÚDO: 1) Números complexos. 2) Séries e séries de potências. 3) Derivação complexa. 4) Transformações conformes. 5) Funções elementares. 6) Integração complexa. 7) Séries de Taylor. 8) Singularidades.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃODA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

MAT-324 - ANÁLISE MATEMÁTICA II

OBJETIVOS: Desenvolver diversas técnicas de Análise e dar suas aplicações à Análise Clássica (Séries de Fourier, transformação de Fourier, problemas de Equações Diferenciais Parciais, etc.).

CONTEÚDO: Produto interno; espaços normados, desigualdade de Hölder e Minkowsky. 2. Medida de Lebesgue no $\mathbb{R}^n$, integral de Lebesgue. 3. Teorema da convergência e aplicações. 4. Espaços L_p. 5. Transformação de Fourier, produto de convolução. Aplicação às fórmulas integrais de Equações diferenciais parciais; seqüências de Dirac. 6. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Hönig,C.S., *A Integral de Lebesgue e suas Aplicações*, 11º Colóquio Brasileiro de Matemática, Poços de Caldas, CNPq, 1977.

MAT-326 - GEOMETRIA DIFERENCIAL

OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E_3.

CONTEÚDO: 1. Curvas em E_3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins, semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E_3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciáis, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de resolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Carmo,M.P., *Elementos de Geometria Diferencial*, Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971; Stocker,J.J., *Differential Geometry*, John Wiley, New York, 1969; Klingenberg, W., *Introduction to Differential Geometry*, Springer-Verlag, 1977; Carmo,M.P., *Differential Geometry of Curves and Surfaces*, Prentice Hall, 1976; O'Neil,B., *Elementary Differential Geometry*, Academic Press, 1971.

MAT-327 - TEORIA DOS CONJUNTOS

OBJETIVOS: Apresentar o assunto como teoria sistemática servindo de fundamento às teorias matemáticas.

CONTEÚDO: 1. Introdução: paradoxos, método axiomático; teoria axiomática dos conjuntos. 2. A relação de pertinência e inclusão; par ordenado; produtos cartesianos. 3. Funções: função composta, função inversa. 4. Reuniões, indução finita. 5. Equipotência: teoremas de Cantor e Bernstein-Cantor. Conjuntos finitos: teorema de Dedekind; conjuntos enumeráveis. 6. Relação de equivalência e de ordem. Axioma da escolha; teorema da boa ordem e Lema de Zorn.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Halmos,P.R., *Teoria Ingênua dos Conjuntos*, USP, São Paulo, 1970; Pinter, C.C., *Set Theory*, Addison-Wesley, Reading, 1971; Suppes,P., *Axiomatic Set Theory*, Van Nostrand, Princenton, 1960.

MAT-320 - Introdução à Análise Complexa
MAT-324 - Análise Matemática II
MAT-326 - Geometria Diferencial
MAT-327 - Teoria dos Conjuntos

MAT-329 - Lógica Matemática
MAT-335 - Geometria Afim e Projetiva
MAT-349 - Introdução à Lógica

FLC-474 - Língua Portuguesa

MAT-411 - Planos Projetivos
MAT-412 - Complementos de Matemática Elementar
MAT-413 - Introdução à Análise Funcional
MAT-414 - Fundamentos da Geometria
MAT-415 - Tópicos de Geometria
MAT-417 - Introdução à Teoria Geométrica das Equações Diferenciais
MAT-418 - Cálculo das Variações
MAT-422 - Estudo de Problemas Brasileiros II
MAT-425 - Tópicos de Topologia Algébrica
MAT-427 - Tópicos de Geometria Diferencial
MAT-428 - História da Matemática
MAT-429 - Equações Integrais Lineares
MAT-437 - Tópicos de Topologia — Poliedros Convexos
MAT-438 - Categorias e Funtores — Alguns Funtores de Topologia Algébrica
MAT-439 - Fundamentos de Matemática Elementar
MAT-440 - Introdução às Equações Diferenciais Parciais
MAT-450 - Seminário de Resolução de Problemas
MAT-452 - Lógica Simbólica

ELENCO DAS DISCIPLINAS DO CURSO DE MATEMÁTICA — BACHARELADO

CÓDIGOS	DISCIPLINAS	PRÉ-REQUISITOS	CRÉDITOS	SEMESTRE
MAT-111	Cálculo Diferencial e Integral I	-	6	1º
MAT-112	Vetores e Geometria	-	4	1º
FEP-101	Física I	-	8	1º
MAP-110	Introdução à Ciência de Computação	-	3	1º
MAE-121	Introdução à Probabilidade e à Estatística I	-	3	1º
MAT-121	Cálculo Diferencial e Integral II	MAT-111	6	2º
MAT-122	Álgebra Linear I	MAT-112	4	2º
FEP-102	Física 2	-	8	2º
MAP-122	Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos	MAP-110	3	2º
MAE-212	Introdução à Probabilidade e à Estatística II	MAE-121	3	2º
MAT-218	Cálculo Diferencial e Integral III para Bacharelado	MAT-121	6	3º
MAT-123	Álgebra I	-	4	3º
-	Optativa I	-	5	3º
-	Disciplina de Outra Área	-	4	3º
MAT-222	Álgebra Linear II	MAT-122	5	3º
EPT-640	Educação Física	-	-	3º
MAT-311	Cálculo Diferencial e Integral V	MAT-122 e MAT-218	4	4º
MAT-213	Álgebra II	MAT-123	6	4º
MAT-226	Equações Diferenciais I	MAT-218 e MAT-122	5	4º
-	Optativa II	-	5	4º
MAP-121	Cálculo Numérico I	MAP-110, MAP-122 e MAT-111	4	4º
MAP-224	Análise Matemática I	MAT-218	5	5º
MAP-225	Funções Analíticas	MAT-218	5	5º
MAT-326	Geometria Diferencial	MAT-311	5	5º
-	Optativa III	-	5	5º
MAT-319	Estudo de Problemas Brasileiros I	-	3	5º
MAT-324	Análise Matemática II	MAT-224	5	6º
-	Optativa IV	-	5	6º
MAT-317	Topologia	MAT-224	5	6º
FLC-474	Língua Portuguesa	-	3	5º ou 6º
MAT-422	Estudo de Problemas Brasileiros II	MAT-319	3	6º

MAT-224 - ANÁLISE MATEMÁTICA I

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com a construção dos números reais, topologia elementar dos espaços métricos, funções e a integral de Riemann na reta.

CONTEÚDO: 1. Números reais. Completação dos espaços métricos. 2. Funções de variação limitada. Integral de Riemann-Stieltjes. Integral de Riemann e critérios de integrabilidade. Teoremas da média para a integral de Riemann-Stieltjes e a integral de Riemann. 3. Integrais impróprias. Integrais dependentes de um parâmetro. 4. A equação do calor e o método de separação de variáveis. Séries de Fourier. Produto interno. 5. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Halmos,P.R., *Teoria Ingênua dos Conjuntos*, USP, São Paulo, 1970; Bartle, R.G., *Elements of real analysis*, John Wiley, New York, 1964; Lang,S., *Analysis I*, Reading, Addison-Wesley, 1968.

MAT-225 - FUNÇÕES ANALÍTICAS

OBJETIVOS: Estudo de funções analíticas e aplicações.

CONTEÚDO: 1. Séries de potências e funções elementares. 2. Derivação complexa. 3. Integração complexa, fórmula de Cauchy, fórmula integral para as derivadas; teorema do máximo modulo, teorema de Liouville. 4. Séries de Taylor e Laurent, domínio de convergência e classificação da singularidade. 5. Resíduos, aplicações. Transformações conforme.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Hönig,C.S., *Introdução às funções de uma variável complexa*, 3a. ed., IME-USP, São Paulo, 1971; Churchill,R.V., *Complex variables and applications*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1960; Ahlfors,L.V., *Complex Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1953.

MAT-226 - EQUAÇÕES DIFERENCIAIS I

OBJETIVOS: Estudo de teoremas e métodos de resolução para equações diferenciais.

CONTEÚDO: Existência (local) de solução do problema de condição inicial para $y' = f(x,y)$. Unicidade. Métodos elementares de resolução de equações diferenciais. Existência e unicidade para sistemas; exemplo do movimento dos planetas; aplicações de equações de ordem n. Sistemas lineares homogêneos, existência não local de soluções; casos não homogêneos; aplicações a equações de ordem n. Sistemas autônomos; espaços de fase, teoria qualitativa. Tópico Livre.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 5 horas, 5 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Elscoltz,L., *Ecuaciones Diferenciales y Calculo Variacional*, MIR, Moscou, 1969; Kreider,D.L., Kuller,R.G. & Osterg,D.R., *Equações Diferenciais*, Edgard Blücher, São Paulo, 1972; Brauer,F. & Nohel,J., *A Ordinary Differential Equation*, Benjamin, New York, 1967; Otto Plaar, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Editorial Reverté S.A., 1974.

MAT-227 - DESENHO GEOMÉTRICO PARA BIOCIÊNCIAS

OBJETIVOS: Apresentar métodos de construção de figuras geométricas.

CONTEÚDO: 1. Retas: paralelas e perpendiculares. Mediatriz de um segmento. 2. Ângulos: construção. Bissetriz. 3. Circunferência: determinação de seus elementos. 4. Lugares geométricos: circunferência, mediatriz, retas paralelas, segmento capaz de um ângulo dado. 5. Tangentes. Tangente comum a duas circunferências. 6. Triângulos e quadriláteros: problemas fundamentais de construção. 7. Construção de polígonos regulares. 8. Figuras semelhantes. Homotetia. 9. Construção das cônicas.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

MAT-230 - GEOMETRIA I

OBJETIVOS: Examinar a Geometria Elementar (que será ensinada na escola secundária) de um ponto de vista mais preciso e mais crítico do que a abordagem usual na escola secundária. Desenvolver no aluno o espírito crítico sobre seu próprio raciocínio e sobre a escolha de seus argumentos e sensibilizá-lo para problemas geométricos.

CONTEÚDO: 1. Congruências. 2. Desigualdade entre elementos de triângulos. 3. Lugares geométricos. 4. Paralelismo e perpendicularismo. 5. Polígonos. Estudo especial dos quadriláteros. 6. Circunferência e Círculo.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Moise,E.E., *Elementary Geometry from an advanced standpoint*, Reading, Addeson-Wesley, 1963; Enriques,F.G.& Amaldi,U., *Elementi di geometria*, 6ª ed., Nicola Zanichelli, Bologna, 1936; Moise,E.E. & Downs,F.L., *Geometria Moderna*, Edgard Blücher,São Paulo, 1971, 2 vol.; Ballard,W.R., *Geometry*, W.B.Sanders Co., 1970; Coxeter,H.S.M., *Introduction of Geometry*, 2ª ed., John Wiley, New York, 1969; Pogorélov, *Geometria Elemental*, Mir.

MAE-240 - GEOMETRIA II

OBJETIVOS: 1. Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre figuras geométricas no espaço. 2. Esclarecer o papel da medida em geometria. 3. Após a apresentação métrica da geometria, fazer estudo crítico dos postulados de Euclides.

CONTEÚDO: 1. Semelhança de polígonos. 2. Diedros, triedros e poliedros. 3. Poliedros regulares. 4. Cones e pirâmides. 5. Prismas e cilindros. Secções. 6. Áreas de figuras geométricas planas. 7. Volumes. 8. Secções cônicas. 9. Construções geométricas. 10. Geometrias não-Euclideanas. 11. A consistência da Geometria Euclideana.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A mesma de MAT-230.

MAT-310 - GEOMETRIA III

OBJETIVOS: Visão algébrica da geometria elementar.

CONTEÚDO: Transformações lineares, formas lineares; dualidade. Espaços vetoriais euclidianos. Espaços afins. Espaços euclidianos; semelhanças; movimentos rígidos, no plano e no espaço.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO NA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Rodrigues,A.A.M., *Álgebra Linear e Geometria Euclidiana*, 3ª ed. (s.n.t.).

MAT-311 - CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL V

OBJETIVOS: Estudo de topologia de espaços reais, transformações entre espaços reais, teorema de Stokes.

CONTEÚDO: Transformações entre espaços reais, continuidade, diferencial, teoremas de função inversa e da função implícita: multiplicadores de Lagrange; mudança de variáveis em integrais. Formas diferenciais, derivação exterior de formas. Campos escalares e vetoriais, teoremas de Green, Stokes, Gauss.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Aulas práticas e teóricas: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

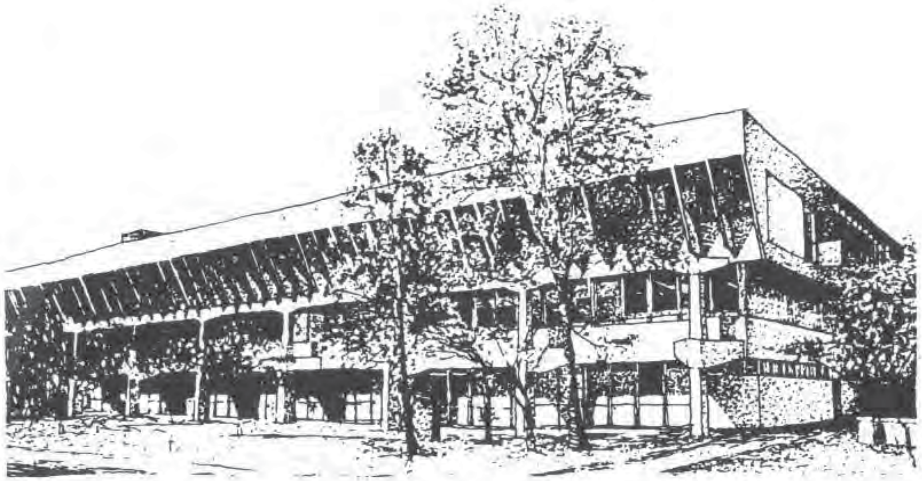
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Buck,R., *Advanced Calculus*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1965; Rudin,W., *Principles of Mathematical Analysis*, 3rd. ed., McGraw-Hill, New York, 1976.

ANEXO GG

PARTE DO CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DE 1994 DO IME DA USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA



CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO 1994

MAT-129 ELEMENTOS DE MATEMÁTICA PARA ECONOMISTAS II

OBJETIVOS: A disciplina introduz os elementos de cálculo necessários para a formalização adequada das idéias econômicas de função demanda, função oferta, equilíbrio, maximização, equações de diferença e diferenciais, totalização de utilidade ao longo do tempo via integral de Riemann.

CONTEÚDO: 1. Máximos e mínimos de funções de várias variáveis, condição necessária de 1ª ordem, condição suficiente de 2ª ordem, máximos condicionados e multiplicadores de Lagrange. Aplicações: maximização de utilidades e demanda do consumidor; interpretação econômica do multiplicador de Lagrange; estática comparativa. 2. Integrais de Riemann, primitivas, teorema fundamental do cálculo. Aplicações: investimento e formação de capital, valor presente de um fluxo de dinheiro. 3. Equações diferenciais ordinárias lineares de 1ª ordem. Aplicações; dinâmica do preço de mercado. Equações diferenciais exatas, equações de 2ª ordem, equações de ordem superior. Aplicações: modelo de mercado com expectativa de preços. 4. Equações em diferenças de 1ª ordem. Aplicação: modelo da teia de aranha.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-128.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A. Chiang, *MATEMÁTICA PARA ECONOMISTAS*, McGraw-Hill • Jean e Weber, *MATEMÁTICA PARA ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO*, Harbra.

MAT-130 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS E APLICAÇÕES

OBJETIVOS: Nesta disciplina é mais importante apresentar aplicações reais, exemplos de modelos para problemas ambientais, ou de programação de epidemias etc., do que provar teoremas ou ir longe com a teoria. Usando linguagem de álgebra linear e alguns teoremas desta pode-se alcançar vários objetivos ao mesmo tempo. Mas sem pressupor mais do que conhecimentos rudimentares de Álgebra Linear e conhecimentos de Cálculo I e II.

CONTEÚDO: 1. Equações de 1ª ordem. Teorema de existência e unicidade (enunciado). Métodos elementares de resolução. Estudo de modelos referentes à biologia, física, dinâmica populacional, geometria, etc. 2. Equações de 2ª ordem. Caso linear. Estudo de modelos de mola, do pêndulo, leis de Kepler, etc. 3. Sistemas lineares em R^2. Classificação dos homogêneos com coeficientes constantes: poço, sela, etc. 4. Sistemas autônomos em R^2. Retrato de fase. Pontos críticos. Órbitas periódicas. Teorema de Poincaré-Bendixon (enunciado). Estudo de modelos tais como competição entre duas espécies, predador-presa, desenvolvimento de epidemias.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 ou MAT-111 e MAT-121 ou MAT-135.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M. Braun, *DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR APPLICATIONS: AN INTRODUCTION TO APPLIED MATHEMATICS*, Springer, 1975 • R.C. Bassanezi, W.C. Ferreira Jr., *EQUAÇÕES DIFERENCIAIS COM APLICAÇÕES*, Harbra, São Paulo, 1988.

MAT-131 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

OBJETIVOS: Estudo de limite, derivada e integral das funções reais, de uma, duas e mais variáveis; aplicações; curvas em R^2 e R^3.

CONTEÚDO: Números reais. Funções exponencial, logarítmica, trigonométricas diretas e inversas. Limites e continuidade. Funções contínuas em intervalos fechados. Derivadas; regra da cadeia. O teorema do valor médio. Fórmula de Taylor. Aplicações das derivadas. Máximos e mínimos. Gráficos. Integrais indefinidas. Técnicas de integração. Noções sobre equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem. Integral definida. Aplicações. Integrais impróprias. Curvas no R^2 e no R^3. Representação paramétrica. Comprimento de curva. Conjuntos abertos, fechados, conexos por poligonais em R^2 e R^3. Funções de duas ou mais variáveis; limite, continuidade e diferenciabilidade. Gradiente. Regra da cadeia. Teorema do valor médio. Derivadas de ordem superior. Teorema de Schwarz. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas e 12 créditos (a disciplina é **anual**).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P.Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vols.I-II, Edgard Blücher, 1973-78 • H.L.Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vol.I, Livros Técnicos e Científicos, 1985 • S.Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971-73 • L.Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • R.Romano, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL*, vol.I, Atlas, 1981 • M. Spivak, *CALCULUS*, Benjamin, 1967.

MAT-132 CÁLCULO PARA A ARQUITETURA

OBJETIVOS: Estudo de derivada e integral de função de uma variável, derivada de função de duas variáveis e resolução de algumas equações diferenciáveis simples.

CONTEÚDO: 1. Números reais: desigualdade e completividade. 2. Funções, derivadas e integrais; limites, integral definida. 3. Regra da cadeia. Funções inversíveis. Funções trigonométricas. Funções *ln* e *exp*. 4. Aplicações das derivadas: máximos e mínimos locais; sentido de concavidade e pontos de inflexão. O teorema do valor médio. Fórmula de Taylor. 5. Integrais indefinidas. Técnicas de integração. Aplicações da integral definida: comprimento do arco, volumes, áreas de superfícies de revolução, momentos e centros de massa. Integrais impróprias. Integrabilidade de funções contínuas. Curvas planas, representação paramétrica. Regra de l'Hospital. Equações diferenciais de 1ª ordem, lineares de 2ª ordem com coeficientes constantes. Aplicações. Funções de duas variáveis: derivadas parciais, derivada direcional. Regra da cadeia. Superfícies e sólidos no R^3.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas e 6 créditos (a disciplina é **anual**).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P.Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vols.I-II, Edgard Blücher, 1973-78 • S.Lang, *CÁLCULO*, vol.I-II, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971-77 • E.E.Moise, *CÁLCULO: UM CURSO UNIVERSITÁRIO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1970.

MAT-133 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II [para Física]

OBJETIVOS: Estudo das aplicações clássicas do Teorema do Valor Médio e o Teorema Fundamental do Cálculo para funções de variável real. Estudo de seqüências e séries. Introdução da noção formal de limite.

CONTEÚDO: 1. Funções de uma variável real (continuação); funções crescentes e decrescentes; gráficos; máximos e mínimos; fórmula de Taylor; regra de l'Hospital; integral definida (apresentar como sendo diferença de áreas); teorema fundamental do cálculo; aplicações da integral: área, volume de sólidos pelo processo de fatias, aplicações às equações diferenciais. 2. Seqüências; limites (definição formal). 3. Séries; definição; critérios de convergência: termo geral, comparação e razão (não é necessário fazer as demonstrações com rigor pois estas serão feitas na disciplina Introdução à Análise); série de Taylor. 4. Integral Imprópria.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-104.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G.F.Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vols.I-II, McGraw-Hill, São Paulo, 1987 • S.Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1977 • L.Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • P.Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1978.

MAT-134 INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com os conceitos de transformação linear e espaço vetorial de dimensão finita através da geometria do R^2 e do R^3. Trabalhar a relação entre matrizes e transformações lineares, bem como a resolução de sistemas lineares de equações.

CONTEÚDO: 1. A geometria dos vetores no plano e no espaço. Transformações do espaço. Transformações lineares (no plano e no espaço). Somas e composição de transformações lineares. Inversas e sistemas lineares de equações. Determinantes. Autovalores de transformações do plano e do espaço. Matrizes simétricas. Classificação das superfícies cônicas e quádricas. 2. A geometria dos vetores de R^n. Transformações lineares de R^n em R^m. Matrizes. Sistemas homogêneos de equações. Sistemas lineares não homogêneos de equações. Determinantes. 3. Espaços vetoriais. Bases e dimensão. Existência e unicidade de soluções de um sistema linear. Teorema de Roucher-Capelli. Matriz de uma transformação linear. Espaços vetoriais com produto interno. Bases ortonormais. Projeção ortogonal. Aproximação de funções polinomiais.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-105.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T. Banchoff and J. Werner, *LINEAR ALGEBRA THROUGH GEOMETRY*, 2nd. ed., Springer, 1992 • M. Barone Jr., *ÁLGEBRA LINEAR*, 3ª ed., IME-USP, São Paulo, 1988 • M.S. Carakushansky, G. de La Penha, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR*, McGraw-Hill, São Paulo, 1976 • C.A. Callioli, H.H. Domingues, R.C.F. Costa, *ÁLGEBRA LINEAR E APLICAÇÕES*, Atual, São Paulo, 1977.

MAT-135 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL REAL

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de funções de uma variável: limites, derivadas e integrais; inicialmente uma abordagem não formal. Estudo das aplicações clássicas do Teorema do Valor Médio e do Teorema Fundamental do Cálculo para funções de uma variável real. Estudo de seqüências e séries. Introdução da noção formal de limite.

CONTEÚDO: 1. Definição de função; gráficos; parábola, funções trigonométricas, polinômios de 3º e 4º graus. 2. Limite; idéias intuitivas de limites através de exemplos (velocidade, reta tangente, seqüência); algumas situações de limite (comprimento e área); continuidade. 3. Cálculo de derivadas (derivadas parciais de funções de várias variáveis) e cálculo de primitivas. 4. Equações diferenciais: equações do tipo $y'=f(x)$ e equações de variáveis separáveis; aplicações. 5. Funções exponencial e logarítmica. 6. Funções crescentes e decrescentes; gráficos; máximos e mínimos; regra de L'Hospital. 7. Fórmula de Taylor. 8. Integral definida; definição da integral de Riemann por área; Teorema Fundamental do Cálculo; aplicações da integral: área, volume de sólidos pelo processo de fatias, aplicações às equações diferenciais. 9. Seqüências e séries numéricas: definição; critérios de convergência (termo geral, comparação e razão); série de Taylor. 10. Integral imprópria.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos (a disciplina é **anual**).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vols.I-II, McGraw-Hill, São Paulo, 1987 • S. Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1977 • L. Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • P. Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1978.

MAT-136 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL [para Geociências]

OBJETIVOS: Estudo de funções de uma variável: limites, derivadas e integrais. Estudo de funções de duas ou mais variáveis em problemas de otimização, com ênfase na técnica dos multiplicadores de Lagrange.

CONTEÚDO: Funções básicas (potências, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas) e suas inversas. Derivadas e primitivas; regras de derivação e técnicas de integração. Teorema do Valor Médio, fórmula de Taylor. Estudo de funções de uma variável: variação, máximos e mínimos, comportamento assintótico; gráficos. Aplicações das equações diferenciais de primeira ordem à mecânica, à dinâmica populacional, etc. Integral definida: aplicações ao cálculo de baricentros, áreas, volumes, etc. Funções de duas ou mais variáveis: derivadas parciais e gradiente, plano tangente a uma superfície, máximos e mínimos locais, máximos e mínimos condicionados. Método dos multiplicadores de Lagrange.

MÉTODOS UTILIZADOS: Aulas expositivas e exercícios.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos (aula teórica = 2 horas; aula prática = 2 horas).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

MAT-137 GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR [para Geociências]

OBJETIVOS: Estudo de vetores, matrizes e sistemas lineares.

CONTEÚDO: Vetores da geometria: adição, multiplicação por escalar, produto escalar, produto vetorial, dependência linear, base, sistemas de coordenadas, retas e planos. Espaços vetoriais de dimensão finita. Produto interno e projeção ortogonal. Transformações lineares, matriz de uma transformação linear, sistemas lineares. Autovetores e autovalores. Cônicas e quádricas.

MÉTODOS UTILIZADOS: Aulas expositivas e exercícios.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos (aula teórica = 2 horas; aula prática = 2 horas).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

MAT-151 LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA

OBJETIVOS: Dar aos ingressantes no curso de Licenciatura a oportunidade de enfrentar problemas que desafiem e impulsionem sua autonomia de pensamento bem como servir de apoio em relação a possíveis conteúdos de 2º grau que não estejam bem assimilados, ocasionando dificuldades nas demais disciplinas.

CONTEÚDO: Resolução de Problemas envolvendo matemática elementar e raciocínio lógico.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de trabalhos em classe e trabalhos em casa.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R.M. Smillyan, *WHAT'S THE NAME OF THIS BOOK?* • Y. Perelman, *MATHEMATICS CAN BE FUN* • H.R. Jacobs, *GEOMETRY* • J. Lumezanski, *LES MATHS AN JOUR LE JOUR* • NCTM. *PROBLEM SOLVING IN SCHOOL MATHEMATICS* • Revistas *"MATHEMATICS TEACHER"* e *"ARITHMETICS TEACHER"* do NCTM • Coletânea de Problemas da disciplina MAT-450 (Seminário de Resolução de Problemas).

MAT-208 CÁLCULO III [para a Licenciatura do Instituto de Física]

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de curvas. Estudo de funções de duas e três variáveis reais: limites, derivadas parciais e integrais. Aplicações.

CONTEÚDO: 1. Rotação no plano e translação no plano e no espaço. 2. Curvas no plano e no espaço. 3. Funções de várias variáveis reais; gráficos; curvas de nível (para funções de duas variáveis); limite e continuidade; derivadas parciais; integrais duplas e triplas; mudança de coordenadas nas integrais duplas e triplas (introduzir coordenadas polares, cilíndricas e esféricas); cálculo de área e de volume.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-104 e MAT-133.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CÁLCULO*, 2 vols., Reverte, Rio de Janeiro, 1983 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985-87 • W.Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT-209 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III [para Cubatão]

OBJETIVOS: Cálculo diferencial e integral de funções de R^n em R^m e análise vetorial.

CONTEÚDO: 1. Transformações entre espaços reais, jacobiano. Teorema da função inversa e função implícita. 2. Máximos e mínimos de funções de várias variáveis. Multiplicadores de Lagrange. 3. Integais duplas e triplas. 4. Mudança de variáveis em integrais, coordenadas cilíndricas e esféricas. 5. Integrais curvilíneas e de superfície. 6. Teoremas de Green, Gauss e Stokes; interpretação física do gradiente, divergente e rotacional. 7. Campos conservativos.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-107 e MAT-108.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: (P1 + P2 + 2×P3)/4, onde P1, P2 e P3 são notas de provas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CALCULUS*, 2nd. ed., Waltham/Blaisdell, 1967-69 • R.C. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1965 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vol.II, Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • N. Piskunov, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 3ª ed., vol.II, Mir, Moscou, 1977.

MAT-210 ÁLGEBRA II PARA LICENCIATURA

OBJETIVOS: A disciplina introduz a teoria da divisibilidade, a noção de extensão de corpos e a teoria das equações.

CONTEÚDO: Necessidade de ampliação do corpo real. Construção dos números complexos, interpretação geométrica. Teorema fundamental da álgebra. Anéis de polinômios; algoritmo de divisão; funções polinomiais. Extensões algébricas; polinômio minimal de um elemento algébrico. Construções com régua e compasso. Equações de 3º e 4º graus.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A. Gonçalves, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA*, 11º Colóquio Brasileiro de Matemática, IMPA, Rio de Janeiro, 1977 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • *Notas de aula* do Prof. Paulo Boulos.

MAT-211 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III

OBJETIVOS: Cálculo diferencial e integral de funções de R^n em R^m e análise vetorial.

CONTEÚDO: Transformações de R^n em R^p. Teorema da função implícita em duas variáveis. Enunciados dos teoremas da função implícita e da função inversa. Regra da cadeia. Máximos e mínimos condicionados. Multiplicadores de Lagrange. Integrais duplas e triplas. Integrais de linha e de superfície. Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Campos conservativos. Seqüências e séries numéricas. Construção dos números reais.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 ou MAT-111 e MAT-121.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

das Paralelas: o papel da sua independência no desenvolvimento histórico da Geometria. 5. Semelhanças. 6. Polígonos: estudo especial dos quadriláteros. 7. Circunferência. 8. Construções geométricas: o método dos lugares geométricos.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, *ELEMENTARY GEOMETRY FROM AN ADVANCED STANDPOINT*, 2nd.ed., Addison-Wesley, 1971 • E.E. Moise, F.L. Downs, *GEOMETRIA MODERNA*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971 • A.V. Pogorelov, *GEOMETRIA ELEMENTAL*, Mir, Moscou, 1974 • Th. Caronet, *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE*, 6ª ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952 • M.J. Greenberg, *EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY - DEVELOPMENT AND HISTORY*, W.H.Freeman, 1974 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, revised ed., Allyn & Bacon, 1972 • J. Petersen, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS*, 4ª ed., Nobel, 1971 • F.G.-M., *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE - COURS DE MATHEMATIQUES ELEMENTAIRES*, Marsin A. Manme & Fils, 1907 • R. Ramalho, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO*, UFPe, CECINE, 1984 • C.R. Wylie Jr., *FOUNDATIONS OF GEOMETRY*, McGraw-Hill, 1964 • B. Castrucci, *LIÇÕES DE GEOMETRIA PLANA*, 6ª ed., Nobel, 1976.

MAT-231 ÁLGEBRA II PARA A LICENCIATURA

OBJETIVOS: Trabalhar as propriedades dos anéis de polinômios e introduzir a necessidade de ampliação do corpo real.
CONTEÚDO: 1. Anéis e corpos: definições e exemplos. 2. Anéis de polinômios, funções polinomiais. Algoritmos de divisão. Teorema do Resto. *MMC* e *MDC* de polinômios. Raízes comuns a dois polinômios. Resultante de dois polinômios. Raízes múltiplas e derivada formal. Resolução de equações de 3º e 4º graus. 3. Polinômios irredutíveis. Fatoração em *Q[X]*. Conteúdo de um polinômio. Lema de Gauss e critério de Eisenstein. Raízes racionais de um polinômio em *Q[X]*. (*OPTATIVO OU COMO EXERCÍCIO*: Raízes reais de polinômios em *R[X]*; métodos de Newton, Rolle e Sturm.) 4. Necessidade de ampliação do corpo real. Números complexos e o Teorema Fundamental da Álgebra. Raízes da unidade. 5. Complexos construtíveis. Construção de polígonos regulares com régua e compasso. Os três problemas clássicos: quadratura do círculo, trisecção do ângulo e duplicação do cubo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.H. Jacy Monteiro, *POLINÔMIOS - DIVISIBILIDADE*, Livraria Nobel, 1970 • J.P. Tignol, *GALOIS THEORY OF ALGEBRAIC EQUATIONS*, Longma, Essex, 1988 • S.P. Coelho e F.C. Polcino Milies M., *notas de aula*, IME-USP • G. Birkhoff, S. MacLane, *A SURVEY OF MODERN ALGEBRA*, 4th ed., Macmillan, New York, 1977.

MAT-232 GEOMETRIA LINEAR

OBJETIVOS: Apresentar os fundamentos da geometria afim, da geometria das semelhanças, da geometria euclideana e da geometria projetiva pela álgebra linear. Introduzir o aluno à idéia da geometria subordinada a um grupo de transformações.
CONTEÚDO: Espaços afins sobre um corpo *K*, variedades lineares, paralelismo, baricentro, coordenadas afins; espaços afins sobre *R*, semi-espaços, convexidade, simplexos, orientação do espaço. Transformações afins; espaços afins euclidianos, variedades lineares ortogonais, projeção ortogonal. Semelhanças e movimentos rígidos. Volume de *n*-simplexos, invariança por movimentos rígidos. Ângulos, grupo dos ângulos, funções trigonométricas, medida de ângulos. Axiomas e modelos da geometria euclideana. Classificação dos movimentos rígidos no plano e no espaço. Espaço projetivo associado a um espaço afim. Espaço projetivo como quociente de um espaço vetorial; variedades lineares projetivas, coordenadas homogêneas; grupo projetivo. Dualidade. Classificação projetiva, afim e métrica das quádricas, modelos da geometria não euclideana.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-112 e MAT-122.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: N. Kuiper, *LINEAR ALGEBRA AND GEOMETRY*, North-Holland, 1962 • A.A. Martins Rodrigues, *ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA EUCLIDEANA*, 3ª ed., IPM-USP, 1970.

MAT-233 TÓPICOS DE GRUPOS E APLICAÇÕES

OBJETIVOS: Noções basicas da teoria de grupos e aplicações, incluindo os grupos de simetria.
CONTEÚDO: Grupos. Grupos cíclicos. Produto direto. Subgrupos. Classes laterais. Teorema de Lagrange. Subgrupos normais. Grupos quociente. Grupos de permutações. Homomorfismos. Primeiro Teorema do Homomorfismo. Teorema da Cayley. Grupos finitos em dimensão 2 e 3: transformações ortogonais.

grupos de rotação, classificação. Grupos de ponto de primeira espécie. Grupos de ponto de segunda espécie. Grupos reticulados. Grupos de ponto cristalográficos.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.C. Grove and C.T. Benson, *FINITE REFLECTION GROUPS*, 2nd. ed., Springer, 1985 • W. Miller Jr., *SYMMETRY GROUPS AND THEIR APPLICATIONS*, Academic Press, 1972 • M.A. Armstrong, *GROUPS AND SYMMETRY*, Springer, 1988.

MAT-234 ANÁLISE MATEMÁTICA I

OBJETIVOS: Desenvolver diversas técnicas de análise e dar suas aplicações à análise clássica (séries de Fourier, problemas de equações diferenciais parciais).
CONTEÚDO: Integral de Riemann-Stieltjes, integral de Riemann e critérios de integrabilidade. Teoremas da média para integral de Riemann-Stieltjes e a integral de Riemann. Integrais impróprias dependendo de um parâmetro. Medida e integral de Lebesgue. Teoremas de convergência e aplicações. Integrais dependendo de um paramêtro. Teoremas de Fubini e Tonelli (sem demonstração). Funções de variação limitada; Teoremas de representação (sem demonstração). Teorema de Lebesgue sobre diferenciação de integração (sem demonstração). Espaços ℓ_p e $\mathcal{L}_p$. Transformação de Fourier.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 e MAT-211 ou MAT-131 e MAT-218 ou MAT-111, MAT-121 e MAT-211 ou MAT-111, MAT-121 e MAT-218.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *MATHEMATICAL ANALYSIS: A MODERN APPROACH TO ADVANCED CALCULUS*, 2ª ed., Addison-Wesley, 1977 • C.S. Hönig, *A INTEGRAL DE LEBESGUE E SUAS APLICAÇÕES*, 11º Colóq.Bras.Matem., CNPq, 1977 • C.S. Hönig, *ANÁLISE MATEMÁTICA I*, IME-USP, São Paulo, 1978 • A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, *ELEMENTOS DE LA TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCIONAL*, Mir, Moscou, 1972 • E.G. Poznyak, Z.A. Ilyin, *FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL ANALYSIS* (part II), Mir, Moscou, 1982 • H.L. Royden, *REAL ANALYSIS*, 2ª ed., Macmillan, New York, 1968.

MAT-235 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS REAIS

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de curvas. Estudo de funções de duas e três variáveis reais: limites, derivadas direcionais, diferenciação e integração. Aplicações.
CONTEÚDO: 1. Rotação no plano e translação no plano e no espaço. 2. Curvas no plano e no espaço. 3. Funções de várias variáveis reais; gráficos; curvas de nível (para funções de duas variáveis); limite e continuidade; derivadas parciais e derivadas direcionais; integrais duplas e triplas; mudança de coordenadas nas integrais duplas e triplas (coordenadas polares, cilíndricas e esféricas); diferenciabilidade; regra da cadeia e propriedades do gradiente. Polinômio de Taylor; máximos e mínimos. 4. Integral de linha e integral de superfície. 5. Teoremas de Green, Gauss e Stokes.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos (disciplina **anual**).
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CÁLCULO*, 2 vols., Reverte, Rio de Janeiro, 1983 • R.Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985/87 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT-240 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO II

OBJETIVOS: Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre figuras geométricas no espaço. Destacar o papel da medida, através de uma construção axiomática das funções área e volume. Desenvolver, ao longo do conteúdo do programa, o raciocínio geométrico envolvido nas construções geométricas com régua e compasso, bem como salientar o caráter retritivo dessas construções.
CONTEÚDO: 1. A função área: áreas de figuras geométricas planas. 2. Diedros, triedros e poliedros. 3. Poliedros regulares. 4. Prismas, pirâmides. 5. Cilindros, cones e esferas. 6. A função volume: volumes de figuras geométricas no espaço. 7. Secções cônicas. 8. Estudo da solubilidade de construções com regua e compasso (problemas clássicos da antiguidade, ciclotomia).
PRÉ-REQUISITOS: MAT-230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, *ELEMENTARY GEOMETRY FROM AN ADVANCED STANDPOINT*, Addison-Wesley, 1971 • E.E. Moise, F.L. Downs, *GEOMETRIA MODERNA*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971 • A.V. Pogorelov, *GEOMETRIA ELEMENTAL*, Mir, Moscou, 1974 • Th. Caronet, *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE*, 6ª ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952 • M.J. Greenberg, *EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY - DEVELOPMENT AND HISTORY*, W.H.Freeman, 1974 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, revised ed., Allyn & Bacon, 1972 • J. Petersen, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS*, 4ª ed., Nobel, 1971 • F. G.-M., *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE - COURS DE MATHEMATIQUES ELEMENTAIRES*, Marsin A. Manme & Fils, 1907 • R. Ramalho, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO*, UFPe, CECINE, 1984 • C.R. Wylie Jr., *FOUNDATIONS OF GEOMETRY*, McGraw-Hill, 1964 • B. Castrucci, *GEOMETRIA - CURSO MODERNO*, vols.1,2,3, 3ª ed., Nobel, 1976.

MAT-310 GEOMETRIA III

OBJETIVOS: Estudo geométrico das transformações na Geometria Elementar e suas aplicações à resolução de problemas.

CONTEÚDO: 1. Estudo das translações, rotações, reflexões e suas composições. Grupos diedrais. 2. Congruências próprias e impróprias: classificação das isometrias do plano. 3. Estudo das homotetias e suas composições: Homotetia espiral e refletida. 4. Semelhanças próprias e impróprias: classificação das semelhanças do plano. Teoremas clássicos: Desargues, Pappus. 5. Estudo da inversão: propriedades básicas e aplicações.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-230.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: S. Alves, M.E.G.G. de Oliveira, *UM ESTUDO GEOMÉTRICO DAS TRANSFORMAÇÕES ELEMENTARES* (em preparação) • H.S.M. Coxeter, S.L. Greitzer, *GEOMETRY REVISITED*, Random House, New York, 1987 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, Allyn & Bacon, 1978 • C.E. Harle, *GEOMETRIA DAS TRANSFORMAÇÕES*, IME-USP, 1988 • G.E. Martin, *TRANSFORMATION GEOMETRY, AN INTRODUCTION TO SYMMETRY*, Springer, 1982 • I.M. Yaglom, *GEOMETRIC TRANFORMATION I and II*, Random House (New Mathematical Library, 8 and 21).

MAT-311 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL V

OBJETIVOS: Estudo de funções entre espaços reais e formas diferenciais. Estudo de séries.

CONTEÚDO: Seqüências e séries de funções. Convergência uniforme. Continuidade e diferenciabilidade de funções do R^n no R^p. Demonstração dos teoremas da função inversa e da função implícita. Formas diferencias no R^2 e no R^3 como funcionais de curvas e superfícies. Relação entre derivação de formas e os operadores vetoriais. Enunciado unificado dos teoremas de Green, Grauss e Stokes.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131, MAT-211, MAT-112 e MAT-122 ou MAT-111, MAT-121, MAT-211, MAT-112 e MAT-122.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, 1965 • W. Rudin, *PRINCIPLES OF MATHEMATICAL ANALYSIS*, 3rd.ed., McGraw-Hill, 1976.

MAT-313 ÁLGEBRA III

OBJETIVOS: Apresentar a teoria de Galois e algumas aplicações da álgebra.

CONTEÚDO: Extensões algébricas. Corpo de raízes de um polinômio. Extensões de Galois. Grupos de Galois. Corpos finitos. Corpos ciclotômicos. Correspondência de Galois. Teorema fundamental da teoria de Galois. Grupos solúveis. Simplicidade de A_n para n maior ou igual a 5. Resolução de equações por radicais. Aplicações.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-120 e MAT-210 ou MAT-123 e MAT-213 ou MAT-120 e MAT-231.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I.T. Adamson, *INTRODUCTION TO FIELD THEORY*, Oliver&Boyd, Edinburgh, 1964 • E. Artin, *GALOIS THEORY*, Notre Dame University Press, 1944 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • I. Kaplanski, *FIELDS AND RINGS*, 2nd.ed., Univ. of Chicago Press, 1972 • N. Jacobson, *BASIC ALGEBRA I*, Freeman, San Francisco, 1974 • G. Birkhoff, T.C. Bartee, *MODERN APPLIED ALGEBRA*, McGraw-Hill, 1970 • I.F. Blake, R.C. Mullin, *AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC AND COMBINATORIAL CODING THEORY*, Academic Press, 1976 • J.D. Lipson, *ELEMENTS OF ALGEBRA AND ALGEBRAIC COMPUTING*, Benjamin, 1981.

MAT-314 INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL

OBJETIVOS: Apresentrar ou reapresentar com detalhes tópicos de cálculo diferencial e integral delicados e importantes para o futuro professor secundário.

CONTEÚDO: Números reais. Construção do R (seqüências de Cauchy ou cortes de Dedekind). Estrutura algébrica de R. Ordem. Expansão decimal. Alguns números irracionais importantes (π, e, etc.). Cardinalidade. Seqüências e séries numéricas. Convergência de séries, critério da razão e da raiz, critério de integral. Continuidade e diferenciabilidade. Integrabilidade. Integral de Riemann. Integrabilidade de funções contínuas. Teorema fundamental do cálculo.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 ou MAT-111 e MAT-121.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, (vol. 1, texto mais avançado), IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, EdgardBlücher-EdUSP, 1973.

MAT-315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE

OBJETIVOS: Apresentar, ou reapresentar com detalhe, tópicos delicados e importantes de Cálculo Diferencial e Integral. Apresentar funções de variável complexa.

CONTEÚDO: 1. Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; alguns números importantes. 2. Série de potências; raio de convergência. 3. Enumerabilidade dos naturais e racionais. 4. Números reais; construção por seqüências de Cauchy; estrutura algébrica; ordem; expansão decimal; cardinalidade. 5. Números complexos. 6. Funções de uma variável real; continuidade de funções de uma variável real definidas em intervalos; aplicações; integral de Riemann de funções contínuas; Teorema Fundamental do Cálculo. 7. Série de potências de números complexos; extensão das funções elementares ao campo complexo.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-135.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J. Aragona, *INTRODUÇÃO À ANÁLISE*, notas de aula, IME-USP, 1991 • D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, vol.1, IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, Edgard Blücher/EdUSP/ McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EdUSP/McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S.Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-317 TOPOLOGIA

OBJETIVOS: Apresentar noções de topologia geral e algumas aplicações. Espaços de funções.

CONTEÚDO: 1. Espaços métricos. Exemplos. Abertos, fechados, vizinhanças, interior, fronteira, fecho, conjuntos densos, estrutura topológica dos espaços métricos. Seqüências convergentes. Funções contínuas. Isometrias. Produtos finitos. Espaços normados: R^n com norma 1, norma 2 e norma ∞; $C[0,1]$ com norma 1, norma 2 e norma ∞; $\ell_1(N)$, $\ell_2(N)$, $\ell_\infty(N)$ e $Co(N)$; funcional de Minkowski. 2. Seqüências de Cauchy (possível construção de R). Espaços completos. Teorema do ponto fixo de Banach. Teorema de existência de soluções de equações diferencias ordinárias. Complemento de um espaço métrico. Funções uniformemente contínuas. Extensão ao completado. 3. Espaços topológicos ($C[0,1]$) e a convergência pontual. Comparação de topologias. Abertos, fechados, etc. Base de abertos. Axiomas de enumerabilidade. Função contínua e homeomorfismo. Axiomas de separação. Lema de Urysohn. Teorema de Tietze (enunciado). 4. Espaços conexos e localmente conexos. Teorema de Hahn-Mazurkiewicz. 5. Espaços compactos. O conjunto de Cantor. Propriedades gerais dos espaços compactos. Espaços métricos compactos. Espaços localmente compactos. Compactificação de Alexandrov. Teorema de Tychonov (enunciado). 6. Definições de espaços de Hilbert e Banach. Desigualdade de Cauchy-Schwartz. Métricas e normas equivalentes. Estudo dos espaços normados de dimensão finita. Compacidade local e equivalência de normas. Contraexemplos em ℓ_1, ℓ_2, ℓ_∞ e $C[0,1]$. 7. Espaços de funções, topologia da convergência simples, uniforme e uniforme sobre os compactos. Teorema de Baire e aplicações. Equicontinuidade, teorema de Arzela-Ascoli. Teorema de Stone-Weierstrass.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 e MAT-211 ou MAT-111, MAT-121 e MAT-211 ou MAT-135 e MAT-235.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NUMERO DE CREDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Engelking, *OUTLINE OF GENERAL TOPOLOGY*, North-Holland, 1968/77/86 • C.S. Hönig, *APLICAÇÕES DA TOPOLOGIA À ANÁLISE*, IMPA, 1976 • G.F. Simmons, *INTRODUCTION*

TO TOPOLOGY AND MODERN ANALYSIS, McGraw-Hill, 1963 • E.L. Lima, *ELEMENTOS DE TOPOLOGIA GERAL*, Livros Técnicos e Científicos.

MAT-319 ESTUDO DE PROBLEMAS BRASILEIROS

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 3 créditos.

MAT-320 INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA

OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações e geometria.

CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em R e C. Séries de potências. Derivação complexa. Funções elementares. Transformações conformes. Integração complexa. Séries de Taylor. Singularidades.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 e MAT-211 ou MAT-111, MAT-121 e MAT-211 ou MAT-135 e MAT-235.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, *COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE COMPLEX VARIABLE*, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1966 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EdUSP-McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S. Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-326 GEOMETRIA DIFERENCIAL

OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E^3.

CONTEÚDO: 1. Curvas em E^3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins, semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E^3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciais, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de revolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico livre.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 e MAT-211 ou MAT-111, MAT-121 e MAT-211.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M.P. Carmo, *DIFFERENTIAL GEOMETRY OF CURVES AND SURFACES*, Prentice-Hall, 1976 • M.P. Carmo, *ELEMENTOS DE GEOMETRIA DIFERENCIAL*, IMPA - Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971 • W. Klingenberg, *A COURSE IN DIFFERENTIAL GEOMETRY*, Springer, 1978 • B. O'Neil, *ELEMENTARY DIFFERENTIAL GEOMETRY*, Academic Press, 1966 • J.J. Stocker, *DIFFERENTIAL GEOMETRY*, John Wiley, 1969.

MAT-327 TEORIA DOS CONJUNTOS

OBJETIVOS: Apresentar o assunto como teoria sistemática servindo de fundamento às teorias matemáticas.

CONTEÚDO: 1. Introdução: paradoxos, método axiomático; teoria axiomática dos conjuntos. 2. A relação de pertinência e inclusão; par ordenado; produtos cartesianos. 3. Funções: função composta, função inversa. 4. Reuniões, indução finita. 5. Equipotência: teoremas de Cantor e Bernstein-Cantor. Conjuntos finitos: teorema de Dedekind; conjuntos enumeráveis. 6. Relação de equivalência e de ordem. Axioma da escolha; teorema da boa ordem e Lema de Zorn.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-120 ou MAT-123.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P.R. Halmos, *TEORIA INGÊNUA DOS CONJUNTOS*, EdUSP-Polígono, São Paulo, 1970 • C.C. Pinter, *SET THEORY*, Addison-Wesley, 1971 • P. Suppes, *AXIOMATIC SET THEORY*, Van Nostrand, 1960.

MAT-330 TEORIA DOS CONJUNTOS

OBJETIVOS: Desenvolver uma das teorias axiomáticas - *ZF*, *NGB* ou *KM* - como teoria unificadora da formalização da matemática, dando ênfase, no final, à aritmética cardinal.

CONTEÚDO: 1. Os paradoxos semânticos e as linguagens de 1ª ordem: exemplos. 2. O cálculo de predicados de 1ª ordem: a noção de dedução e o teorema da dedução. 3. Os paradoxos lógicos e as teorias formalizadas dos conjuntos ou classes - *ZF*, *NGB* ou *KM*. 4. Axiomas. Uniões, intersecções, complementos; partes, pares ordenados, relações, funções. Ordinais e cardinais: recorrência transfinita,

os naturais e os axiomas de Peano, conjuntos finitos e enumeráveis. 5. Aritmética cardinal: operações com cardinais, o teorema de Cantor-Bernstein. 6. Formas equivalentes do axioma da escolha.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131, MAT-211 e MAT-123 ou MAT-111, MAT-121, MAT-211 e MAT-123.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIZAÇAO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: H.B. Enderton, Elements of Set Theory, Academic Press, 1973 • J. Kelley, *GENERAL TOPOLOGY*, Springer, 1955 • F. Miraglia Neto, *TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO*, (a ser publicado) • J.D. Monk, *INTRODUCTION TO SET THEORY*, McGraw-Hill, 1969 • C. Pinter, *SET THEORY*, Addison Wesley, 1971.

MAT-331 ELEMENTOS DA TEORIA DOS CONJUNTOS

OBJETIVOS: Discutir a questão de ser a teoria dos conjuntos fundamento para a Análise e para as teorias matemáticas em geral. Propiciar ao aluno uma vivência sistemática com o método axiomático, através do desenvolvimento de algumas teorias *ZF*, *KM*, *NBG*. Discutir a inadequação do ensino da teoria dos conjuntos na escola de 1º e 2º graus.

CONTEÚDO: 1. Introdução: motivação histórica e paradoxos lógicos e semânticos; a construção de Q a partir de N e a de R a partir de Q; a dificuldade de definir número natural; várias tentativas históricas; a noção de finito e infinito ($N \subset Q$, mas Q é enumerável; as provas da enumerabilidade de Q e da não enumerabilidade de R). Discussão sobre os caminhos utilizados para a eliminação dos paradoxos e o surgimento de dois tipos de teorias: conjuntos e classes. Rudimentos do Cálculo de Predicados. 2. A álgebra dos conjuntos segundo alguma das teorias axiomáticas (*ZF*, *KM* ou *NGB*): uniões, intersecções, inclusões, complementos, par ordenado, produto cartesiano, relações e funções. [*O ponto aqui não é a ênfase nas definições ingênuas, supostamente já assimiladas, mas no uso das definições formais nas demonstrações de propriedades.*] 3. As definições de naturais, ordinais e cardinais. O teorema de Bernstein-Schroeder (ou Cantor-Bernstein) e o teorema de Cantor. Propriedades de conjuntos finitos e infinitos. Indução finita; aplicações. Noções de aritmética ordinal e cardinal.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J.L. Kelley, *Teoria Elementar dos Conjuntos* (apêndice de *GENERAL TOPOLOGY*) [existe tradução do apêndice, separado do livro] • C. Pinter, *SET THEORY* • P.R. Halmos, *TEORIA INGÊNUA DOS CONJUNTOS* • H. Enderton, *ELEMENTS OF SET THEORY* • D. Monk, *SET THEORY* • F. Miraglia, *TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO*.

MAT-334 ANÁLISE MATEMÁTICA II

OBJETIVOS: Introduzir os métodos de análise funcional e aplicações à análise clássica.

CONTEÚDO: 1. Equação do calor na barra finita e o método de separação de variáveis. Séries de Fourier clássicas. 2. Espaços de Hilbert: aspectos geométricos, teorema de Riesz, teorema da base. Séries de Fourier (L_2). 3. Espaços de Banach: operadores lineares contínuos. Espaços L_p, Espaços c_0, l_p, $C([a,b])$ e seus duais. 4. Teoremas fundamentais dos espaços de Banach: teorema de Hahn-Banach, princípio da limitação uniforme e o teorema de Banach-Steinhaus, teorema da aplicação aberta e do gráfico fechado. Aplicações.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-131, MAT-211 e MAT-234 ou MAT-131, MAT-218 e MAT-234 ou MAT-111, MAT-121, MAT-211 e MAT-234 ou MAT-111, MAT-121, MAT-218 e MAT-234.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: C.S. Hönig, *ANÁLISE FUNCIONAL E APLICAÇÕES*, 2 vols., IME-USP, São Paulo, 1970 • L. Kantorovitch, G.P. Akilov, *ANALYSE FONCTIONNELLE*, 2 vols., Mir, Moscou, 1981 • A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, *ELEMENTOS DE LA TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCTIONAL*, Mir, Moscou, 1972.

MAT-340 HISTÓRIA DA ÁLGEBRA

OBJETIVOS: Representar o desenvolvimento da Álgebra desde o período clássico.

CONTEÚDO: Panorama do desenvolvimento histórico da álgebra e da teoria dos números, dos tempos gregos aos tempos modernos. Tópicos a serem discutidos poderão incluir: teoria dos números, resolução de equações algébricas, grupo de permutações, "sistemas hipercomplexos", números algébricos e teoria de ideais.

PRÉ-REQUISITOS: MAT-123, MAT-213 e MAT-313 (requisito paralelo).

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

Vozes, 1986 • M.A. Bicudo, *EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, Moraes, 1989 • UNESCO, *NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE 1ª MATEMÁTICA*, ICMI Montevideo, 1979.

CURRÍCULO do BACHARELADO em MATEMÁTICA (45-032)

para ingressantes em 1992 e anos subseqüentes

1º semestre:
- MAT-112 Vetores e Geometria
- MAT-131 Cálculo Diferencial e Integral (@)
- MAE-121 Introdução à Probabilidade e à Estatística I
- MAC-110 Introdução à Computação
- FEP-115 Laboratório de Física I para o IME

2º semestre:
- MAT-122 Álgebra Linear I
- MAT-131 Cálculo Diferencial e Integral (@)
- MAE-212 Introdução à Probabilidade e à Estatística II
- MAC-122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos
- FEP-126 Física I para o IME

3º semestre:
- MAT-211 Cálculo Diferencial e Integral III
- MAT-222 Álgebra Linear II
- MAT-123 Álgebra I
- MAC-212 Laboratório de Computação
- FEP-137 Física II para o IME
- FEP-139 Laboratório de Física II para o IME
- Prática Esportiva

4º semestre:
- MAT-311 Cálculo Diferencial e Integral V
- MAT-213 Álgebra II
- MAT-226 Equações Diferenciais I
- MAT-232 Geometria Linear

5º semestre:
- MAT-225 Funções Analíticas
- MAT-313 Álgebra III
- MAT-317 Topologia
- FLC-474 Língua Portuguesa

6º semestre:
- MAT-234 Análise Matemática I
- MAT-326 Geometria Diferencial
- *optativa I*
- *optativa II*

7º semestre:
- MAT-330 Teoria dos Conjuntos
- MAP-413 Equações de Derivadas Parciais
- MAT-319 Estudo de Problemas Brasileiros I
- *optativa III*

8º semestre:
- MAP-441 Mecânica
- MAT-422 Estudo de Problemas Brasileiros II
- *optativa IV*
- *optativa V*

Observações: @) A disciplina MAT-131 tem duração de 1 ano.

1) O aluno deverá completar, no mínimo, 20 créditos em disciplinas optativas. Dentre estes, no mínimo 16 créditos (em geral, correspondentes a 4 disciplinas de 4 créditos cada) devem ser obtidos em disciplinas oferecidas pelo IME, aprovadas para tal fim. Além disso, uma destas disciplinas será necessariamente escolhida entre as seguintes:

CURRÍCULO antigo da LICENCIATURA em MATEMÁTICA, Noturno (45-074)

para ingressantes em 1992 e 1993

1º semestre:
- MAT-112 Vetores e Geometria
- MAT-131 Cálculo Diferencial e Integral (@)
- MAT-151 Laboratório de Matemática
- MAC-110 Introdução à Computação
- *optativa I*

2º semestre:
- MAT-122 Álgebra Linear I
- MAT-131 Cálculo Diferencial e Integral (@)
- MAE-121 Introdução à Probabilidade e Estatística I
- MAC-122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos

3º semestre:
- MAT-211 Cálculo Diferencial e Integral III
- MAT-230 Geometria e Desenho Geométrico I
- MAE-212 Introdução à Probabilidade e à Estatística II
- FEP-115 Laboratório de Física I para o IME
- Prática Esportiva

4º semestre:
- MAT-120 Álgebra I para Licenciatura
- MAT-240 Geometria e Desenho Geométrico II
- MAP-121 Cálculo Numérico
- FEP-126 Física I para o IME

5º semestre:
- MAT-210 Álgebra II para Licenciatura
- MAT-310 Geometria III
- FEP-137 Física II para o IME
- FEP-139 Laboratório de Física II para o IME
- EDF-283 Introdução aos Estudos da Educação

6º semestre:
- FEP-240 Física III para o IME
- FEP-248 Laboratório de Física III para o IME
- EDF-288 Psicologia da Educação
- *optativa II*

7º semestre:
- MAT-314 Introdução à Análise Real
- EDM-401 Didática
- EDM-427 Prática de Ensino de Matemática I
- FLC-474 Língua Portuguesa

8º semestre:
- MAT-320 Introdução à Análise Complexa
- EDA-461 Estrutura e Funcionamento do Ensino do 1º e 2º grau
- EDM-428 Prática de Ensino de Matemática II

9º semestre:
- MAT-327 Teoria dos Conjuntos
- MAT-319 Estudo de Problemas Brasileiros I
- *optativa III*

10º semestre:
- MAT-412 Complementos de Matemática Elementar
- MAT-428 História da Matemática
- MAT-422 Estudo de Problemas Brasileiros II

Observações: Mesmas do curso de Licenciatura Diurno.

CURRÍCULO novo da LICENCIATURA em MATEMÁTICA, Diurno (45-081)

para ingressantes em 1994

1º semestre:
- FEP-151 Fundamentos de Mecânica
- FEP-152 Introdução às Medidas em Física
- MAT-105 Geometria Analítica
- MAT-135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real (@)
- MAT-151 Laboratório de Matemática

2º semestre:
- FEP-153 Mecânica
- FEP-156 Gravitação
- FEP-160 Ótica
- MAC-117 Noções Práticas de Computação
- MAT-134 Introdução à Álgebra Linear
- MAT-135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real (@)

3º semestre:
- FEP-170 Eletricidade I
- MAC-110 Introdução à Computação
- MAE-151 Estatística para Licenciatura (@)
- MAT-120 Álgebra I para Licenciatura
- MAT-235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (@)
- Prática Esportiva

4º semestre:
- EDF-283 Introdução aos Estudos da Educação
- FMT-159 Termodinâmica I
- MAE-151 Estatística para Licenciatura (@)
- MAT-230 Geometria e Desenho Geométrico I
- MAT-235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (@)

5º semestre:
- EDF-288 Psicologia da Educação
- MAP-151 Cálculo Numérico e Aplicações
- MAT-319 Estudo de Problemas Brasileiros I
- MAT-240 Geometria e Desenho Geométrico II
- *optativa I*
- *optativa II*

6º semestre:
- EDM-401 Didática
- MAT-231 Álgebra II para Licenciatura
- MAT-341 História da Matemática I
- MAT-422 Estudo de Problemas Brasileiros II
- *optativa III*
- *optativa IV*

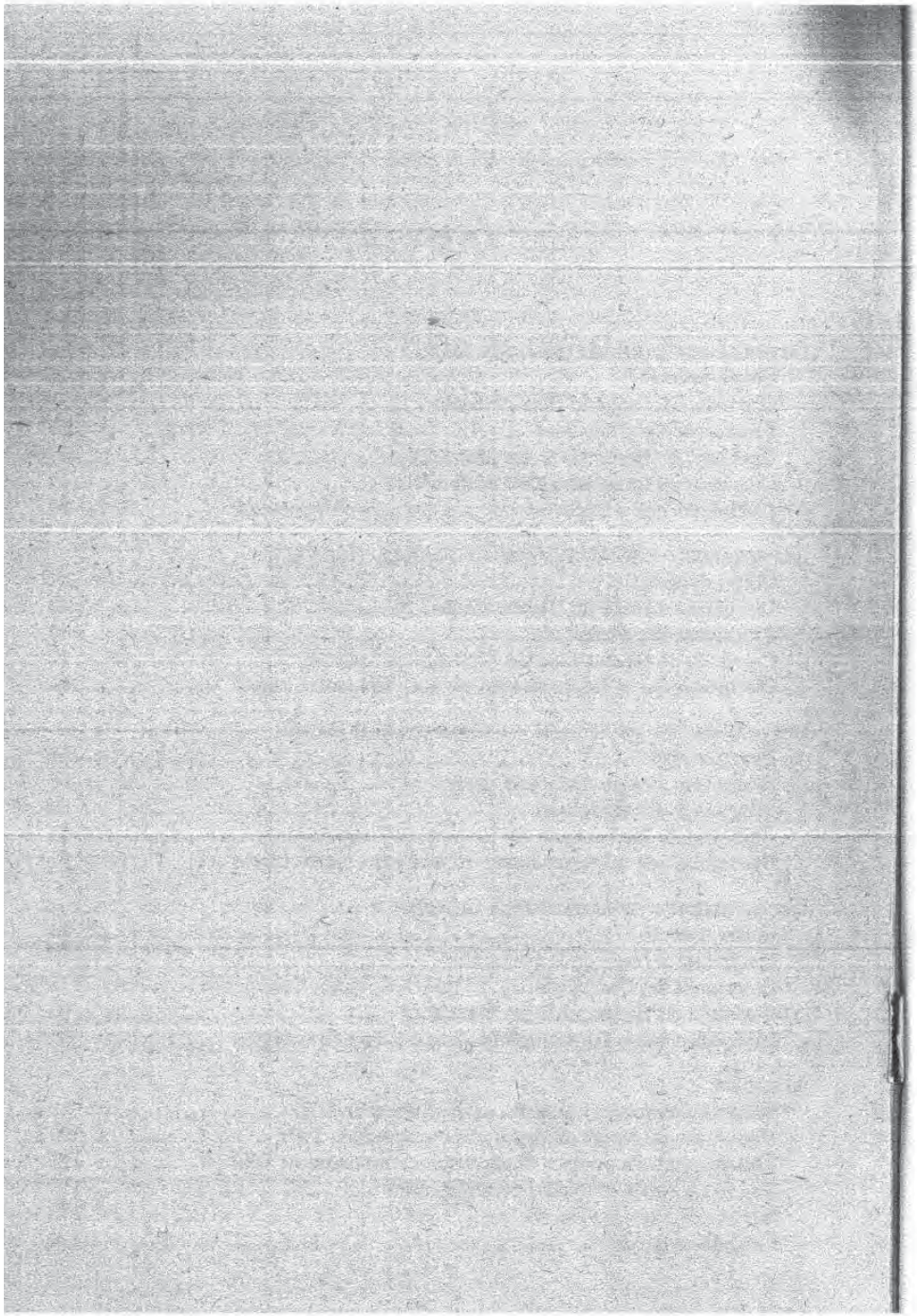
7º semestre:
- EDM-427 Prática de Ensino de Matemática I
- MAT-310 Geometria III
- MAT-315 Introdução à Análise
- *optativa V*
- *optativa VI*

8º semestre:
- EDM-428 Prática de Ensino de Matemática II
- EDA-461 Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º e 2º graus
- MAT-331 Elemento da Teoria dos Conjuntos
- *optativa VII*
- *optativa VIII*

Observações: @) As disciplinas MAT-135, MAT-235 e MAE-151 têm duração de 1 ano.
1) O aluno deverá completar, no mínimo, 32 créditos em disciplinas optativas a critério do Departamento de Matemática.

ANEXO HH

PARTE DO CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DE 1997 DO IME DA USP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO

para 1997

São Paulo, janeiro de 1997

MacMillan, New York, 1974.

MAT–120 ÁLGEBRA I PARA LICENCIATURA

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com problemas de teoria elementar de números e justificar a introdução de conceitos de álgebra abstrata.

CONTEÚDO: 1. Números inteiros: apresentação axiomática. Axioma de indução finita e princípio do menor inteiro. Aplicações. 2. Divisibilidade: divisão inteira. Algoritmo de Euclides. *MDC* e *MMC*. Teorema Fundamental da Aritmética. 3. Congruências. Equações diofantinas lineares. Teorema chinês do resto. Teoremas de Fermat, Euler e Wilson. Inteiros módulo m. 4. Números racionais e reais. Numeração decimal.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A. Gonçalves, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA*, 11º Colóq. Bras. de Matem., IMPA, Rio de Janeiro, 1977 • L.H.J. Monteiro, *ELEMENTOS DE ÁLGEBRA*, IMPA–LivroTécnico, Rio de Janeiro, 1969 • F.C. Polcino Milies, S.P. Coelho, *NÚMEROS: UMA INTRODUÇÃO À MATEMÁTICA*, ed. prel., São Paulo, 1980.

MAT–121 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II

OBJETIVOS: Estudo da integral definida e aplicações, curvas no R^2 e no R^3. Funções de duas ou mais variáveis.

CONTEÚDO: Integral definida. Aplicações. Integrais impróprias. Curvas no R^2 e no R^3. Representação paramétrica. Comprimento de curva. Conjuntos abertos, fechados, conexos por poligonais em R^2 e R^3. Funções de duas ou mais variáveis; limites, continuidade, diferenciabilidade. Gradiente. Regra da cadeia. Teorema do valor médio. Derivadas de ordem superior. Teorema de Schwarz. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–111.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P. Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vols.I–II, Edgard Blücher, 1973–78 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vol.I, Livros Técnicos e Científicos, 1985 • S. Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971–73 • L. Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • R. Romano, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL*, vol.I, Atlas, 1981 • M. Spivak, *CALCULUS*, Benjamin, 1967.

MAT–122 ÁLGEBRA LINEAR I

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com os conceitos de espaço vetorial real e transformações lineares, e com aplicações de operadores diagonalizáveis.

CONTEÚDO: 1. Espaços vetoriais: definição, subespaços, dependência linear, bases, dimensão. 2. Cálculo matricial, determinantes, sistemas lineares. 3. Transformações lineares e matrizes, núcleo, imagem, posto. 4. Espaços com produto interno: produto interno, norma, ortogonalidade, processo de Gram–Schmidt, complemento ortogonal, projeção. Autovalores e autovetores.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–112.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: C.A. Callioli, H.H. Domingues, R.C.F. Costa, *ÁLGEBRA LINEAR E APLICAÇÕES*, Atual, São Paulo, 1977 • H.G. Campbell, *AN INTRODUCTION TO MATRICES VECTORS AND LINEAR PROGRAMMING*, Appleton, 1965 • D.C. Murdoch, *ÁLGEBRA LINEAR*, Livros Técnicos e Científicos, 1972 • B. Noble, *APPLIED LINEAR ALGEBRA*, Prentice–Hall, 1969 • M. Barone Jr., *ÁLGEBRA LINEAR*, 3ª ed., IME–USP, São Paulo, 1988.

MAT–123 ÁLGEBRA I

OBJETIVOS: Introduzir as noções básicas da aritmética e, depois de estudar as noções concretas, mostrar como elas motivam a introdução das estruturas algébricas abstratas.

CONTEÚDO: 1. O anel dos inteiros. Indução completa. 2. Divisibilidade nos inteiros. *MDC* e *MMC*. Ideais de Z. Teorema de Bézout. Algoritmo de Euclides. Teorema fundamental da aritmética. 3. Anéis de polinômios. Divisibilidade em anéis de polinômios e fatorização única em irredutíveis. Definição de domínio fatorial. 4. Congruências. O anel dos inteiros módulo m. Divisores de zero e inversíveis de Z_m. Definições de domínio de integridade e corpo. Os corpos Z_p. Teoremas de Fermat, Euler e Wilson. 5. Construção dos números racionais. Corpo das frações racionais. Definição de corpo de frações de um domínio de integridade. 6. Construção dos números complexos. Definição de anel quociente de um anel de polinômios por um ideal por analogia com Z_m. Extensões de corpos por adjunção de uma raiz de um polinômio. Dimensão da extensão. Corpos finitos como extensões de Z_p.

Observação: Para muitos dos alunos de Bacharelado, o programa atual de Álgebra I é em boa parte revisão de conceitos conhecidos. Com o tempo disponível é possível introduzir algumas noções abstratas depois de estudar as noções concretas que as motivam. É importante que o aluno tenha um primeiro contato com a álgebra abstrata nesta disciplina pois em geral estas noções não são assimiladas imediatamente.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G. Birkhoff, S. MacLane, *ÁLGEBRA MODERNA BÁSICA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980 • L.H.J. Monteiro, *ELEMENTOS DE ÁLGEBRA*, Livro Técnico, 1969 • F.C. Polcino Milies, S.P. Coelho, *NÚMEROS: UMA INTRODUÇÃO À MATEMÁTICA*, ed. prel., São Paulo, 1980.

MAT–126 ÁLGEBRA LINEAR PARA ENGENHARIA

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com o conceito de espaço vetorial real e transformações lineares, assim como dar aplicações de operadores diagonalizáveis.

CONTEÚDO: 1. Espaços vetoriais. Soma e intersecção de subespaços, soma direta. 2. Dependência linear; base, dimensão. 3. Espaços com produto interno, ortogonalidade. Projeção ortogonal e aplicações. 4. Transformações lineares e matrizes de transformações lineares. 5. Valores e vetores próprios. Diagonalização. Quádricas e outras aplicações.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–112.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A. Gonçalves, R.M.L. Souza, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR*, Edgard Blücher, São Paulo, 1977 • K. Hoffmann, R.A. Kunze, *ÁLGEBRA LINEAR*, EDUSP–Polígono, São Paulo, 1970–76 • M. Barone Jr., *ÁLGEBRA LINEAR*, 3ª ed., IME–USP, São Paulo, 1988 • C.A. Callioli, H.H. Domingues, R.C.F. Costa, *ÁLGEBRA LINEAR E APLICAÇÕES*, 2ª ed., Atual, São Paulo, 1978.

MAT–127 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II [para Química]

OBJETIVOS: Estudo do cálculo diferencial das funções de duas ou mais variáveis reais, equações diferenciais de 1ª ordem e séries de potências.

CONTEÚDO: Funções de duas ou mais variáveis: curvas e superfícies de nível, continuidade, derivadas parciais, regras de cadeia, derivadas direcionais, gradiente, máximos e mínimos. Equações diferenciais lineares, séries de potências.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–110.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: N. Piskunov, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vols. 1 e 2, Mir, Moscou, 1969 • L. Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, 1977 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vol. 2, Livros Técnicos e Científicos, 1986.

MAT–130 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS E APLICAÇÕES

OBJETIVOS: Nesta disciplina é mais importante apresentar aplicações reais, exemplos de modelos para problemas ambientais, ou de programação de epidemias etc., do que provar teoremas ou ir longe com a teoria. Usando linguagem de álgebra linear e alguns teoremas desta pode-se alcançar vários objetivos ao mesmo tempo, mas sem pressupor mais do que conhecimentos rudimentares de Álgebra Linear e conhecimentos de Cálculo I e II.

CONTEÚDO: 1. Equações de 1ª ordem. Teorema de existência e unicidade (enunciado). Métodos elementares de resolução. Estudo de modelos referentes à biologia, física, dinâmica populacional, geometria, etc. 2. Equações de 2ª ordem. Caso linear. Estudo de modelos de mola, do pêndulo, leis de Kepler, etc. 3. Sistemas lineares em R^2. Classificação dos homogêneos com coeficientes constantes: poço, sela, etc. 4. Sistemas autônomos em R^2. Retrato de fase. Pontos críticos. Órbitas periódicas. Teorema de Poincaré–Bendixon (enunciado). Estudo de modelos tais como competição entre duas espécies, predador–presa, desenvolvimento de epidemias.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–131 ou MAT–111 + MAT–121 ou MAT–135.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M. Braun, *DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR APPLICATIONS: AN INTRODUCTION TO APPLIED MATHEMATICS*, Springer, 1975 • R.C. Bassanezi, W.C. Ferreira Jr., *EQUAÇÕES DIFERENCIAIS COM APLICAÇÕES*, Harbra, São Paulo, 1988.

MAT–131 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

OBJETIVOS: Estudo de limite, derivada e integral das funções reais, de uma, duas e mais variáveis; aplicações; curvas em R^2 e R^3.

CONTEÚDO: Números reais. Funções exponencial, logarítmica, trigonométricas diretas e inversas. Limites e continuidade. Funções contínuas em intervalos fechados. Derivadas; regra da cadeia. O teorema do valor médio. Fórmula de Taylor. Aplicações das derivadas. Máximos e mínimos. Gráficos. Integrais indefinidas. Técnicas de integração. Noções sobre equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem. Integral definida. Aplicações. Integrais impróprias. Curvas no R^2 e no R^3. Representação paramétrica. Comprimento de curva. Conjuntos abertos, fechados, conexos por poligonais em R^2 e R^3. Funções de duas ou mais variáveis; limite, continuidade e diferenciabilidade. Gradiente. Regra da cadeia. Teorema do valor médio. Derivadas de ordem superior. Teorema de Schwarz. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas e 12 créditos.

DURAÇÃO: 2 semestres.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P. Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vols.I–II, Edgard Blücher, 1973–78 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vol.I, Livros Técnicos e Científicos, 1985 • S. Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971–73 • L. Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • R. Romano, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL*, vol.I, Atlas, 1981 • M. Spivak, *CALCULUS*, Perjamin, 1967.

MAT–132 CÁLCULO PARA A ARQUITETURA

OBJETIVOS: Estudo de derivada e integral de função de uma variável, derivada de função de duas variáveis e resolução de algumas equações diferenciais simples.

CONTEÚDO: 1. Números reais: desigualdade e completividade. 2. Funções, derivadas e integrais; limites, integral definida. 3. Regra da cadeia. Funções inversíveis. Funções trigonométricas. Funções ln e exp. 4. Aplicações das derivadas: máximos e mínimos locais; sentido de concavidade e pontos de inflexão. O teorema do valor médio. Fórmula de Taylor. 5. Integrais indefinidas. Técnicas de integração. Aplicações da integral definida: comprimento de arco, volumes, áreas de superfícies de revolução, momentos e centros de massa. Integrais impróprias. Integrabilidade de funções contínuas. Curvas planas, representação paramétrica. Regra de l'Hospital. Equações diferenciais de 1ª ordem, lineares de 2ª ordem com coeficientes constantes. Aplicações. Funções de duas variáveis: derivadas parciais, derivada direcional. Regra da cadeia. Superfícies e sólidos no R^3.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas e 4 créditos.

DURAÇÃO: 2 semestres.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: P.Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vols.I–II, Edgard Blücher, 1973–78 • S.Lang, *CÁLCULO*, vol.I–II, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971–77 • E.E.Moise, *CÁLCULO: UM CURSO UNIVERSITÁRIO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1970.

MAT–133 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II [para Física]

OBJETIVOS: Estudo das aplicações clássicas do Teorema do Valor Médio e o Teorema Fundamental do Cálculo para funções de variável real. Estudo de seqüências e séries. Introdução da noção formal de limite.

CONTEÚDO: 1. Funções de uma variável real (continuação); funções crescentes e decrescentes; gráficos; máximos e mínimos; fórmula de Taylor; regra de l'Hospital; integral definida (apresentar como sendo diferença de áreas); teorema fundamental do cálculo; aplicações da integral: área, volume de sólidos pelo processo de fatias, aplicações às equações diferenciais. 2. Seqüências; limites (definição formal). 3. Séries: definição, critérios de convergência: termo geral, comparação e razão (não é necessário fazer as demonstrações com rigor pois estas serão feitas na disciplina Introdução à Análise); série de Taylor. 4. Integral imprópria.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–104.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G.F.Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vols.I–II, McGraw–Hill, São Paulo, 1987 • S.Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1977 • L.Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • P.Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1978.

MAT–134 INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR

OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com os conceitos de transformação linear e espaço vetorial de dimensão finita através da geometria do R^2 e do R^3. Trabalhar a relação entre matrizes e transformações lineares, bem como a resolução de sistemas lineares de equações.

CONTEÚDO: 1. A geometria dos vetores no plano e no espaço. Transformações do espaço. Transformações lineares (no plano e no espaço). Somas e composição de transformações lineares. Inversão e sistemas de equações lineares. Determinantes. Autovalores de transformações do plano e do espaço. Matrizes simétricas. Classificação das superfícies cônicas e quádricas. 2. A geometria dos vetores de R^n. Transformações lineares de R^n em R^m. Matrizes. Sistemas homogêneos de equações. Sistemas não homogêneos de equações lineares. Determinantes. 3. Espaços vetoriais. Bases e dimensão. Existência e unicidade de soluções de um sistema linear. Teorema de Rouché–Capelli. Matriz de uma transformação linear. Espaços vetoriais com produto interno. Bases ortonormais. Projeção ortogonal. Aproximação de funções polinomiais.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–105.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T. Banchoff and J. Wermer, *LINEAR ALGEBRA THROUGH GEOMETRY*, 2nd. ed., Springer, 1992 • M. Barone Jr., *ÁLGEBRA LINEAR*, 3ª ed., IME–USP, São Paulo, 1988 • M.S. Carakushansky, G. de La Penha, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR*, McGraw–Hill, São Paulo, 1976 • C.A. Callioli, H.H. Domingues, R.C.F. Costa, *ÁLGEBRA LINEAR E APLICAÇÕES*, Atual, São Paulo, 1977.

MAT–135 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL REAL

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de funções de uma variável: limites, derivadas e integrais; inicialmente uma abordagem não-formal. Estudo das aplicações clássicas do Teorema do Valor Médio e do Teorema Fundamental do Cálculo para funções de uma variável real. Estudo de seqüências e séries. Introdução da noção formal de limite.

CONTEÚDO: 1. Definição de função; gráficos; parábola, funções trigonométricas, polinômios de 3º e 4º graus. 2. Limite; idéias intuitivas de limites através de exemplos (velocidade, reta tangente, seqüência); algumas situações de limite (comprimento e área); continuidade. 3. Cálculo de derivadas (derivadas parciais de funções de várias variáveis) e cálculo de primitivas. 4. Equações diferenciais: equações do tipo $y' = f(x)$ e equações de variáveis separáveis; aplicações. 5. Funções exponencial e logarítmica. 6. Funções crescentes e decrescentes; gráficos; máximos e mínimos; regra de L'Hospital. 7. Fórmula de Taylor. 8. Integral definida; definição da integral de Riemann por área; Teorema Fundamental do Cálculo; aplicações da integral: área, volume de sólidos pelo processo de fatias, aplicações às equações diferenciais. 9. Seqüências e séries numéricas: definição; critérios de convergência (termo geral, comparação e razão); série de Taylor. 10. Integral imprópria.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos.

DURAÇÃO: 2 semestres.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vols.I–II, McGraw–Hill, São Paulo, 1987 • S. Lang, *CÁLCULO*, vol.I, Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1977 • L. Leithold, *O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, Harbra, São Paulo, 1977 • P. Boulos, *INTRODUÇÃO AO CÁLCULO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1978.

MAT–136 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL [para Geociências]

OBJETIVOS: Estudo de funções de uma variável: limites, derivadas e integrais. Estudo de funções de duas ou mais variáveis em problemas de otimização, com ênfase na técnica dos multiplicadores de Lagrange.

CONTEÚDO: Funções básicas (potências, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas) e suas inversas. Derivadas e primitivas; regras de derivação e técnicas de integração. Teorema do Valor Médio, fórmula de Taylor. Estudo de funções de uma variável: variação, máximos e mínimos, comportamento assintótico; gráficos. Aplicações das equações diferenciais de primeira ordem à mecânica, à dinâmica populacional, etc. Integral definida: aplicações ao cálculo de baricentros, áreas, volumes, etc. Funções de duas ou mais variáveis: derivadas parciais e gradiente, plano tangente a uma superfície, máximos e mínimos locais, máximos e mínimos condicionados. Método dos multiplicadores de Lagrange.

MÉTODOS UTILIZADOS: Aulas expositivas e exercícios.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos (aula teórica = 2 horas; aula prática = 2 horas).

DURAÇÃO: 2 semestres.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

MAT–137 GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR [para Geociências]

OBJETIVOS: Estudo de vetores, matrizes e sistemas lineares.

CONTEÚDO: Vetores da geometria: adição, multiplicação por escalar, produto escalar, produto vetorial, dependência linear, base, sistemas de coordenadas, retas e planos. Espaços vetoriais de dimensão finita. Produto interno e projeção ortogonal. Transformações lineares, matriz de uma transformação linear, sistemas lineares. Autovetores e autovalores. Cônicas e quádricas.

MÉTODOS UTILIZADOS: Aulas expositivas e exercícios.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos (aula teórica = 2 horas; aula prática = 2 horas).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

MAT–151 LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA

OBJETIVOS: Dar aos ingressantes no curso de Licenciatura a oportunidade de enfrentar problemas que desafiem e impulsionem sua autonomia de pensamento bem como servir de apoio em relação a possíveis conteúdos de 2º grau que não estejam bem assimilados, ocasionando dificuldades nas demais disciplinas.

CONTEÚDO: Resolução de Problemas envolvendo matemática elementar e raciocínio lógico.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de trabalhos em classe e trabalhos em casa.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R.M. Smillyan, *WHAT'S THE NAME OF THIS BOOK?* • Y. Perelman, *MATHEMATICS CAN BE FUN* • H.R. Jacobs, *GEOMETRY* • J. Lumezanski, *LES MATHS AN JOUR LE JOUR* • NCTM, *PROBLEM SOLVING IN SCHOOL MATHEMATICS* • Revistas *"MATHEMATICS TEACHER"* e *"ARITHMETICS TEACHER"* do NCTM • Coletânea de Problemas da disciplina MAT–450 (Seminário de Resolução de Problemas).

MAT–206 INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL

OBJETIVOS: Introduzir conceitos básicos da análise real, visando tornar os estudantes familiarizados coma linguagem formal e técnicas de demonstração em Matemática.

CONTEÚDO: 1. Números reais: introdução axiomática. Sequências numéricas. Limites superior e inferior. Sequências de Cauchy. Sequências limitadas e monótonas limitadas. Intervalos encaixantes. 2. Continuidade: teoremas do anulamento, do máximo e do mínimo, preservação da conexidade. Continuidade por sequências. Continuidade uniforme. 3. Derivabilidade: diferencial e teorema do valor médio. 4. Integral de Riemann: definição e exemplos especiais. Integrabilidade de funções contínuas e teorema fundamental do Cálculo. Critérios de integrabilidade. 5. Séries numéricas: critérios de convergência. 6. Sequências e séries de funções convergência pontual e uniforme, teste-M de Weierstrass. Continuidade, integrabilidade e derivabilidade com convergência uniforme. 7. Séries de potências e propriedades.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–131 ou MAT–111.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: D. G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, LTC, Rio de Janeiro, 1974 • E. L. Lima, *ANÁLISE REAL*, Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 1989 • M. Spivak, *CALCULUS*, Ed. Benjamin, New York, 1967.

MAT–207 GEOMETRIA DESCRITIVA PARA GEOCIÊNCIAS

OBJETIVOS: Dotar o aluno do curso de Geologia de conhecimentos básicos para o manuseio e representação de figuras tridimensionais.

CONTEÚDO: Geometria espacial: retas e planos. Geometria cotada: princípios básicos. Projeções cilíndricas, cônicas e estereográficas: soluções gráficas e analíticas de alguns problemas. Representação em épura de pontos, retas e planos.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 2 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, F.L. Downs, *GEOMETRIA MODERNA*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971 • A.V. Pogorelov, *GEOMETRIA ELEMENTAL*, Mir, Moscou, 1974 • M.A. Penna, R.R. Patterson, *PROJECTIVE GEOMETRY AND ITS APPLICATIONS TO COMPUTER GRAPHICS*, Prentice-Hall, 1996 • D.M. Ragan, *STRUCTURAL GEOLOGY: AN INTRODUCTION TO GEOMETRICAL TECHNIQUES*, John Wiley, 1968 • A. Machado, *GEOMETRIA DESCRITIVA*, McGraw-Hill do Brasil, 1978 • A.J. Rodrigues, *GEOMETRIA DESCRITIVA*, vol.1, Agir, Rio de Janeiro, 1951.

MAT–208 CÁLCULO III [para a Licenciatura em Física]

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de curvas. Estudo de funções de duas e três variáveis reais: limites, derivadas parciais e integrais. Aplicações.

CONTEÚDO: 1. Rotação no plano e translação no plano e no espaço. 2. Curvas no plano e no espaço. 3. Funções de várias variáveis reais; gráficos; curvas de nível (para funções de duas variáveis); limite e continuidade; derivadas parciais; integrais duplas e triplas; mudança de coordenadas nas integrais duplas e triplas (introduzir coordenadas polares, cilíndricas e esféricas); cálculo de área e de volume.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–133.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CÁLCULO*, 2 vols., Reverte, Rio de Janeiro, 1983 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951–66 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985–87 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT–209 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III [para Cooperativo]

OBJETIVOS: Cálculo diferencial e integral de funções de R^n em R^m e análise vetorial.

CONTEÚDO: 1. Transformações entre espaços reais, jacobiano. Teorema da função inversa e função implícita. 2. Máximos e mínimos de funções de várias variáveis. Multiplicadores de Lagrange. 3. Integrais duplas e triplas. 4. Mudança de variáveis em integrais, coordenadas cilíndricas e esféricas. 5. Integrais curvilíneas e de superfície. 6. Teoremas de Green, Gauss e Stokes; interpretação física do gradiente, divergente e rotacional. 7. Campos conservativos.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–108.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: $(P_1 + P_2 + 2P_3)/4$, onde P_1, P_2 e P_3 são notas de provas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CALCULUS*, 2nd. ed., Waltham/Blaisdell, 1967–69 • R.C. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1965 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vol.II, Globo, Rio de Janeiro, 1951–66 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • N. Piskunov, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 3ª ed., vol.II, Mir, Moscou, 1977.

MAT–210 ÁLGEBRA II PARA LICENCIATURA

OBJETIVOS: A disciplina introduz a teoria da divisibilidade, a noção de extensão de corpos e a teoria das equações.

CONTEÚDO: Necessidade de ampliação do corpo real. Construção dos números complexos, interpretação geométrica. Teorema fundamental da álgebra. Anéis de polinômios; algoritmo de divisão; funções polinomiais. Extensões algébricas; polinômio minimal de um elemento algébrico. Construções com régua e compasso. Equações de 3º e 4º graus.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–120.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A. Gonçalves, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA*, 11º Colóquio Brasileiro de Matemática, IMPA, Rio de Janeiro, 1977 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • *Notas de aula* do Prof. Paulo Boulos.

MAT–211 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III

OBJETIVOS: Cálculo diferencial e integral de funções de R^n em R^p e análise vetorial.

CONTEÚDO: Transformações de R^n em R^p. Teorema da função implícita em duas variáveis. Enunciados dos teoremas da função implícita e da função inversa. Regra da cadeia. Máximos e mínimos condicionados. Multiplicadores de Lagrange. Integrais duplas e triplas. Integrais de linha e de superfície. Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Campos conservativos. Seqüências e séries numéricas. Construção dos números reais.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–131 ou MAT–121.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CALCULUS*, 2nd. ed., Waltham/Blaisdell, 1967–69 • R.C. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1965 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vol.II, Globo, Rio de Janeiro, 1951–66 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • N. Piskunov, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vol.II, 3ª ed., Mir, Moscou, 1977.

MAT–213 ÁLGEBRA II

OBJETIVOS: Noções básicas de anéis fatoriais, corpos e grupos.

CONTEÚDO: Anéis fatoriais, anéis euclidianos. Divisibilidade em anéis de polinômios. Corpos. Extensões de corpos. Extensões algébricas. Corpos de números algébricos. Construções com régua e compasso, problemas clássicos. Grupos. Subgrupos e grupos quociente. Homomorfismos. Grupos comutativos finitos. Grupos de permutações.

PRÉ-REQUISITOS: MAT–123.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: O. Endler, *TEORIA DOS NÚMEROS ALGÉBRICOS*, IMPA, 1986 • A. Gonçalves, *INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA*, IMPA, 1979 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • A.R. Jones Rodrigues, *NOTAS DE ÁLGEBRA*, IME-USP, 1979 • L.H.J. Monteiro, *ELEMENTOS DE ÁLGEBRA*, Livro Técnico, 1969.

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I. Niven, H.S. Zuckerman, *AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF NUMBERS*, 3rd. ed., John Wiley, New York, 1972.

MAT-225 FUNÇÕES ANALÍTICAS
OBJETIVOS: Estudo de funções analíticas e aplicações.
CONTEÚDO: 1. Séries de potências e funções elementares. 2. Derivação complexa. 3. Integração complexa, fórmula de Cauchy, fórmula integral para as derivadas; teorema do máximo módulo, teorema de Liouville. 4. Séries de Taylor e Laurent, domínio de convergência e classificação da singularidade. 5. Resíduos, aplicações. Transformação conforme.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-311 (até 96) ou MAT-206 + MAT-236. Para BMA, MAT-218 ou MAP-215 + MAP-216.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, *COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE VARIABLE*, McGraw-Hill, New York, 1953 • R.V. Churchill, *COMPLEX VARIABLES AND APPLICATIONS*, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1960 • C.S. Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 3ª ed., IME-USP, São Paulo, 1971.

MAT-226 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS I
OBJETIVOS: Estudo de teoremas e métodos de resolução para equações diferenciais.
CONTEÚDO: Existência (local) de solução do problema de condição inicial para $y' = f(x, y)$. Unicidade. Métodos elementares de resolução de equações diferenciais. Existência e unicidade para sistemas; exemplo do movimento dos planetas; aplicações de equações de ordem n. Sistemas lineares homogêneos, existência não local de soluções; casos não homogêneos; aplicações a equações de ordem n. Sistemas autônomos; espaços de fase, teoria qualitativa. Tópico Livre.
PRÉ-REQUISITOS: Para Lic., MAT-134 + MAT-235. Para BMA, MAT-122 + MAT-218 ou MAT-122 + MAP-216. Para BM, MAT-122 + MAT-211 (até 96) ou MAT-122 + MAT-206.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: F. Brauer, J. Nohel, *ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS: A FIRST COURSE*, Benjamin, New York, 1967 • L.S. Pontryagin, *EQUATIONS DIFFERENTIELLES ORDINAIRES*, Mir, Moscou, 1969 • Notas redigidas pelo MAT sobre métodos elementares de resolução.

MAT-228 CÁLCULO IV [para a Licenciatura em Física]
OBJETIVOS: Estudo de diferenciação e integração de funções de duas e três variáveis reais. Aplicações.
CONTEÚDO: 1. Funções de duas e três variáveis; derivadas parciais e derivadas direcionais; diferenciabilidade; regra da cadeia e propriedades do gradiente. Polinômio de Taylor; máximos e mínimos. 2. Integral de linha e integral de superfície. 3. Teoremas de Green, Gauss e Stokes.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-208.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CÁLCULO*, 2 vols., Reverté, Rio de Janeiro, 1983 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985-87 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • G.F.Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT-229 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL IV [para Cooperativo]
OBJETIVOS: Estudo de equações diferenciais e estudo das séries.
CONTEÚDO: Seqüências e séries numéricas e de funções. Critérios de convergência. Convergência pontual e uniforme. Derivação e integração termo a termo. Séries de potências. Séries de Fourier. Equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem: métodos elementares. Equações diferenciais lineares com coeficientes constantes e com coeficientes variáveis. Resolução de equações diferenciais por séries.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-209.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: $(P_1 + P_2 + 2P_3)/4$, onde P_1, P_2 e P_3 são notas de provas.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CALCULUS*, 2nd. ed., Waltham/Blaisdell, 1967-69 • R.C. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, New York, 1965 • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, vol.II, Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • N. Piskunov, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 3ª ed., vol.II, Mir, Moscou, 1977.

MAT-230 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO I
OBJETIVOS: 1. Examinar a Geometria Elementar de um ponto de vista mais preciso e crítico do que a abordagem usual na escola secundária, destacando seu papel no desenvolvimento histórico da Matemática. 2. Promover o desenvolvimento do raciocínio dedutivo e da habilidade e sensibilidade para resolução de problemas geométricos. 3. Estudar, ao longo do desenvolvimento do conteúdo do programa, os procedimentos utilizados nas construções geométricas com régua e compasso, questionando e justificando sua validade.
CONTEÚDO: 1. Postulados de Incidência. Ordem. Separação e Congruência. Posição relativa de retas e planos. 2. Triângulos: congruência e desigualdades geométricas. 3. Perpendicularismo. 4. Postulado das Paralelas: o papel da sua independência no desenvolvimento histórico da Geometria. 5. Semelhanças. 6. Polígonos: estudo especial dos quadriláteros. 7. Circunferência. 8. Construções geométricas: o método dos lugares geométricos.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, *ELEMENTARY GEOMETRY FROM AN ADVANCED STANDPOINT*, 2nd.ed., Addison-Wesley, 1971 • E.E. Moise, F.L. Downs, *GEOMETRIA MODERNA*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971 • A.V. Pogorelov, *GEOMETRIA ELEMENTAL*, Mir, Moscou, 1974 • Th. Caronet, *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE*, 6ª ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952 • M.J. Greenberg, *EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY — DEVELOPMENT AND HISTORY*, W.H.Freeman, 1974 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, revised ed., Allyn & Bacon, 1972 • J. Petersen, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS*, 4ª ed., Nobel, 1971 • F.G.-M., *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE — COURS DE MATHÉMATIQUES ELEMENTAIRES*, Marsin A. Manme & Fils, 1907 • R. Ramalho, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO*, UFPe, CECINE, 1984 • C.R. Wylie Jr., *FOUNDATIONS OF GEOMETRY*, McGraw-Hill, 1964 • B. Castrucci, *LIÇÕES DE GEOMETRIA PLANA*, 6ª ed., Nobel, 1976.

MAT-231 ÁLGEBRA II PARA A LICENCIATURA
OBJETIVOS: Trabalhar as propriedades dos anéis de polinômios e introduzir a necessidade de ampliação do corpo real.
CONTEÚDO: 1. Anéis e corpos: definições e exemplos. 2. Anéis de polinômios, funções polinomiais. Algoritmos de divisão. Teorema do Resto. *MMC* e *MDC* de polinômios. Raízes comuns a dois polinômios. Resultante de dois polinômios. Raízes múltiplas e derivada formal. Resolução de equações de 3º e 4º graus. 3. Polinômios irredutíveis. Fatoração em $Q[X]$. Conteúdo de um polinômio. Lema de Gauss e critério de Eisenstein. Raízes racionais de um polinômio em $Q[X]$.(*optativo ou como exercício*: Raízes reais de polinômios em $R[X]$; métodos de Newton, Rolle e Sturm.) 4. Necessidade de ampliação do corpo real. Números complexos e o Teorema Fundamental da Álgebra. Raízes da unidade. 5. Complexos construtíveis. Construção de polígonos regulares com régua e compasso. Os três problemas clássicos: quadratura do círculo, trissecção do ângulo e duplicação do cubo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.H. Jacy Monteiro, *POLINÔMIOS — DIVISIBILIDADE*, Livraria Nobel, 1970 • J.P. Tignol, *GALOIS THEORY OF ALGEBRAIC EQUATIONS*, Longma, Essex, 1988 • S.P. Coelho e F.C. Polcino Milies M., *Notas de aula*, IME-USP • G. Birkhoff, S. MacLane, *A SURVEY OF MODERN ALGEBRA*, 4th ed., Macmillan, New York, 1977.

MAT-232 GEOMETRIA LINEAR
OBJETIVOS: Apresentar os fundamentos da geometria afim, da geometria das semelhanças, da geometria euclideana e da geometria projetiva pela álgebra linear. Introduzir o aluno à idéia da geometria subordinada a um grupo de transformações.
CONTEÚDO: Espaços afins sobre um corpo K, variedades lineares, paralelismo, baricentro, coordenadas afins; espaços afins sobre R, semi-espaços, convexidade, simplexos, orientação do espaço. Transformações afins; espaços afins euclidianos, variedades lineares ortogonais, projeção ortogonal. Semelhanças e movimentos rígidos. Volume de n-simplexos, invariança por movimentos rígidos. Ângulos, grupo dos ângulos, funções trigonométricas, medida de ângulos. Axiomas e modelos da geometria euclideana. Classificação dos movimentos rígidos no plano e no espaço. Espaço projetivo associado a um espaço afim. Espaço projetivo como quociente de um espaço vetorial; variedades lineares projetivas, coordenadas homogêneas; grupo projetivo. Dualidade. Classificação projetiva,

afim e métrica das quádricas, modelos da geometria não euclideana.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-122 ou MAT-134.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: N. Kuiper, *LINEAR ALGEBRA AND GEOMETRY*, North-Holland, 1962 • A.A. Martins Rodrigues, *ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA EUCLIDEANA*, 3ª ed., IPM-USP, 1970.

MAT-233 TÓPICOS DE GRUPOS E APLICAÇÕES

OBJETIVOS: Noções básicas da teoria de grupos e aplicações, incluindo os grupos de simetria.
CONTEÚDO: Grupos. Grupos cíclicos. Produto direto. Subgrupos. Classes laterais. Teorema de Lagrange. Subgrupos normais. Grupos quociente. Grupos de permutações. Homomorfismos. Primeiro Teorema do Homomorfismo. Teorema da Cayley. Grupos finitos em dimensão 2 e 3: transformações ortogonais, grupos de rotação, classificação. Grupos de ponto de primeira espécie. Grupos de ponto de segunda espécie. Grupos reticulados. Grupos de ponto cristalográficos.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.C. Grove and C.T. Benson, *FINITE REFLECTION GROUPS*, 2nd. ed., Springer, 1985 • W. Miller Jr., *SYMMETRY GROUPS AND THEIR APPLICATIONS*, Academic Press, 1972 • M.A. Armstrong, *GROUPS AND SYMMETRY*, Springer, 1988.

MAT-234 ANÁLISE MATEMÁTICA I

OBJETIVOS: Desenvolver diversas técnicas de análise e dar suas aplicações à análise clássica (séries de Fourier, problemas de equações diferenciais parciais).
CONTEÚDO: Integral de Riemann-Stieltjes, integral de Riemann e critérios de integrabilidade. Teoremas da média para integral de Riemann-Stieltjes e a integral de Riemann. Integrais impróprias dependendo de um parâmetro. Medida e integral de Lebesgue. Teoremas de convergência e aplicações. Integrais dependendo de um paramêtro. Teoremas de Fubini e Tonelli (sem demonstração). Funções de variação limitada; Teoremas de representação (sem demonstração). Teorema de Lebesgue sobre diferenciação de integração (sem demonstração). Espaços ℓ_p e $\mathcal{L}_p$. Transformação de Fourier.
PRÉ-REQUISITOS: Para BMA, MAT-218 ou MAP-215 + MAP-216. Para BM, MAT-311 (até 96) ou MAT-206 + MAT-236.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *MATHEMATICAL ANALYSIS: A MODERN APPROACH TO ADVANCED CALCULUS*, 2ª ed., Addison-Wesley, 1977 • C.S. Hönig, *A INTEGRAL DE LEBESGUE E SUAS APLICAÇÕES*, 11º Colóq.Bras.Matem., CNPq, 1977 • C.S. Hönig, *ANÁLISE MATEMÁTICA I*, IME-USP, São Paulo, 1978 • A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, *ELEMENTOS DE LA TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCIONAL*, Mir, Moscou, 1972 • E.G. Poznyak, Z.A. Ilyin, *FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL ANALYSIS* (part II), Mir, Moscou, 1982 • H.L. Royden, *REAL ANALYSIS*, 2ª ed., Macmillan, New York, 1968.

MAT-235 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS REAIS

OBJETIVOS: Introdução ao estudo de curvas. Estudo de funções de duas e três variáveis reais: limites, derivadas direcionais, diferenciação e integração. Aplicações.
CONTEÚDO: 1. Rotação no plano e translação no plano e no espaço. 2. Curvas no plano e no espaço. 3. Funções de várias variáveis reais; gráficos; curvas de nível (para funções de duas variáveis); limite e continuidade; derivadas parciais e derivadas direcionais; integrais duplas e triplas; mudança de coordenadas nas integrais duplas e triplas (coordenadas polares, cilíndricas e esféricas); diferenciabilidade; regra da cadeia e propriedades do gradiente. Polinômio de Taylor; máximos e mínimos. 4. Integral de linha e integral de superfície. 5. Teoremas de Green, Gauss e Stokes.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos.
DURAÇÃO: 2 semestres.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, *CÁLCULO*, 2 vols., Reverte, Rio de Janeiro, 1983 • R.Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 • H.L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985/87 • W. Kaplan, *CÁLCULO AVANÇADO*, vol.I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 • G.F. Simmons, *CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA*, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT-236 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III

OBJETIVOS: Estudo do Cálculo Vetorial Diferencial e Integral em R^2 e R^3 e aplicações.
CONTEÚDO: 1. Integração dupla e tripla. Teorema de Fubini (enunciado). Mudança de variáveis: polares, cilíndricas e esféricas. 2. Curvas e superfícies parametrizadas (R^2 e R^3). 3. Campos de vetores. gradiente, divergente e rotacional. 4. Integrais de linha, de superfícies e de volume; mudança de variáveis e independência do caminho. 5. Teoremas de Green, Gauss e Stokes (R^2 e R^3). Campos conservativos. 6. Aplicações: Equações de balanço e leis de conservação (Navier-Stokes, Maxwell, etc.).
PRÉ-REQUISITOS: MAT-111 ou MAT-131.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T. M. Apostol, *CÁLCULO*, Ed. Reverté • R. Courant, *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, Vol. II, Globo, Rio de Janeiro, 1951-56 • M. Forger, Notas de aula • H. L. Guidorizzi, *UM CURSO DE CÁLCULO*, vol. III, Livros Técnicos e Científicos, 1987 • W. Filks, *ADVANCED CALCULUS*, J. Wiley, 1963 • S. Lang, *CALCULUS OF SEVERAL VARIABLES*, 3ª edição, Springer Undergraduate Texts, 1987.

MAT-240 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO II

OBJETIVOS: Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre figuras geométricas no espaço. Destacar o papel da medida, através de uma construção axiomática das funções área e volume. Desenvolver, ao longo do conteúdo do programa, o raciocínio geométrico envolvido nas construções geométricas com régua e compasso, bem como salientar o caráter restritivo dessas construções.
CONTEÚDO: 1. A função área: áreas de figuras geométricas planas. 2. Diedros, triedros e poliedros. 3. Poliedros regulares. 4. Prismas, pirâmides. 5. Cilindros, cones e esferas. 6. A função volume: volumes de figuras geométricas no espaço. 7. Secções cônicas. 8. Estudo da solubilidade de construções com régua e compasso (problemas clássicos da antiguidade, ciclotomia).
PRÉ-REQUISITOS: MAT-230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, *ELEMENTARY GEOMETRY FROM AN ADVANCED STANDPOINT*, Addison-Wesley, 1971 • E.E. Moise, F.L. Downs, *GEOMETRIA MODERNA*, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971 • A.V. Pogorelov, *GEOMETRIA ELEMENTAL*, Mir, Moscou, 1974 • Th. Caronet, *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE*, 6ª ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952 • M.J. Greenberg, *EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY — DEVELOPMENT AND HISTORY*, W.H.Freeman, 1974 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, revised ed., Allyn & Bacon, 1972 • J. Petersen, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS*, 4ª ed., Nobel, 1971 • F. G.-M., *EXERCICES DE GÉOMÉTRIE — COURS DE MATHEMATIQUES ELEMENTAIRES*, Marsin A. Manme & Fils, 1907 • R. Ramalho, *CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO*, UFPe, CECINE, 1984 • C.R. Wylie Jr., *FOUNDATIONS OF GEOMETRY*, McGraw-Hill, 1964 • B. Castrucci, *GEOMETRIA — CURSO MODERNO*, vols.1,2,3, 3ª ed., Nobel, 1976.

MAT-310 GEOMETRIA III

OBJETIVOS: Estudo geométrico das transformações na Geometria Elementar e suas aplicações à resolução de problemas.
CONTEÚDO: 1. Estudo das translações, rotações, reflexões e suas composições. Grupos diedrais. 2. Congruências próprias e impróprias: classificação das isometrias do plano. 3. Estudo das homotetias e suas composições: Homotetia espiral e refletida. 4. Semelhanças próprias e impróprias: classificação das semelhanças do plano. Teoremas clássicos: Desargues, Pappus. 5. Estudo da inversão: propriedades básicas e aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: S. Alves, M.E.G.G. de Oliveira, *UM ESTUDO GEOMÉTRICO DAS TRANSFORMAÇÕES ELEMENTARES*, IME-USP, 1996 • H.S.M. Coxeter, S.L. Greitzer, *GEOMETRY REVISITED*, Random House, New York, 1987 • H. Eves, *A SURVEY OF GEOMETRY*, Allyn & Bacon, 1978 • C. E. Harle, *GEOMETRIA DAS TRANSFORMAÇÕES*, IME-USP, 1988 • G. E. Martin, *TRANSFORMATION GEOMETRY, AN INTRODUCTION TO SYMMETRY*, Springer, 1982 • I.M. Yaglom, *GEOMETRIC TRANFORMATION I AND II*, Random House (New Mathematical Library, 8 and 21).

MAT-311 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL V

OBJETIVOS: Estudo de transformações entre espaços reais, topologia de R^n, continuidade e diferenciabilidade.
CONTEÚDO: Seqüências e séries de funções. Convergência uniforme. Continuidade e diferenciabilida-

de de funções do R^n no R^p. Demonstração dos teoremas da função inversa e da função implícita. Formas diferenciais em R^2 e em R^3 como funcionais de curvas e superfícies. Relação entre derivação de formas e os operadores vetoriais. Enunciado unificado dos teoremas de Green, Gauss e Stokes.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-122 + MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Buck, E.F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd. ed., McGraw-Hill, 1965 • W. Rudin, *PRINCIPLES OF MATHEMATICAL ANALYSIS*, 3rd.ed., McGraw-Hill, 1976.

MAT-313 ÁLGEBRA III

OBJETIVOS: Apresentar a teoria de Galois e algumas aplicações da álgebra.
CONTEÚDO: Extensões algébricas. Corpo de raízes de um polinômio. Extensões de Galois. Grupos de Galois. Corpos finitos. Corpos ciclotômicos. Correspondência de Galois. Teorema fundamental da teoria de Galois. Grupos solúveis. Simplicidade de A_n para n maior ou igual a 5. Resolução de equações por radicais. Aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-213 ou MAT-231.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I.T. Adamson, *INTRODUCTION TO FIELD THEORY*, Oliver&Boyd, Edinburgh, 1964 • E. Artin, *GALOIS THEORY*, Notre Dame University Press, 1944 • I.N. Herstein, *TÓPICOS DE ÁLGEBRA*, Polígono, São Paulo, 1964 • I. Kaplanski, *FIELDS AND RINGS*, 2nd.ed., Univ. of Chicago Press, 1972 • N. Jacobson, *BASIC ALGEBRA I*, Freeman, San Francisco, 1974 • G. Birkhoff, T.C. Bartee, *MODERN APPLIED ALGEBRA*, McGraw-Hill, 1970 • I.F. Blake, R.C. Mullin, *AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC AND COMBINATORIAL CODING THEORY*, Academic Press, 1976 • J.D. Lipson, *ELEMENTS OF ALGEBRA AND ALGEBRAIC COMPUTING*, Benjamin, 1981.

MAT-314 INTRODUÇÃO À ANÁLISE REAL

OBJETIVOS: Apresentrar ou reapresentar com detalhes tópicos de cálculo diferencial e integral delicados e importantes para o futuro professor secundário.
CONTEÚDO: Números reais. Construção de R (seqüências de Cauchy ou cortes de Dedekind). Estrutura algébrica de R. Ordem. Expansão decimal. Alguns números irracionais importantes (π, e, etc.). Cardinalidade. Seqüências e séries numéricas. Convergência de séries, critério da razão e da raiz, critério da integral. Continuidade e diferenciabilidade. Integrabilidade. Integral de Riemann. Integrabilidade de funções contínuas. Teorema fundamental do cálculo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-121 ou MAT-131 ou MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA-Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, (vol. 1, texto mais avançado), IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, Edgard Blücher-EDUSP, 1973.

MAT-315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE

OBJETIVOS: Apresentar ou reapresentar com detalhes tópicos delicados de Cálculo Diferencial e Integral, importantes para o futuro professor secundário. Apresentar funções de variável complexa.
CONTEÚDO: 1. Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; alguns números importantes. 2. Série de potências; raio de convergência. 3. Enumerabilidade dos naturais e racionais. 4. Números reais; construção por seqüências de Cauchy; estrutura algébrica; ordem; expansão decimal; cardinalidade. 5. Números complexos. 6. Funções de uma variável real; continuidade de funções de uma variável real definidas em intervalos; aplicações; integral de Riemann de funções contínuas; Teorema Fundamental do Cálculo. 7. Série de potências de números complexos; extensão das funções elementares ao campo complexo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-131 ou MAT-135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J. Aragona, *INTRODUÇÃO À ANÁLISE*, notas de aula, IME-USP, 1991 • D.G. Figueiredo, *ANÁLISE I*, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975 • E.L. Lima, *CURSO DE ANÁLISE*, vol.1, IMPA, 1976-81 • A.J. White, *ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO*, Edgard Blücher—EDUSP—McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EDUSP—McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S.Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-317 TOPOLOGIA

OBJETIVOS: Apresentar noções de topologia geral e algumas aplicações. Espaços de funções.
CONTEÚDO: 1. Espaços métricos: definição, exemplos e conceitos básicos; convergência, completividade e o teorema de Baire; funções contínuas, homeomorfismos, espaços de funções contínuas; espaços normados — exemplos. 2. Espaços topológicos: definição, exemplos e conceitos básicos; base de abertos e sub-base de abertos; axiomas de enumerabilidade; funções contínuas e homeomorfismos; axiomas de separação; lema de Urysohn e teorema de Tietze [enunciado]; espaços conexos e localmente conexos; espaços compactos e localmente compactos; teorema de Baire; compactificação e o teorema de Tichonoff [enunciado]; espaços de funções; topologia de convergência simples e uniforme sobre compactos; teoremas de Arzela-Ascoli e Stone-Weirstrass; tópico livre [se houver tempo].
PRÉ-REQUISITOS: MAT-206 ou MAT-211 ou MAT-235.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.L. Lima, *ESPAÇOS MÉTRICOS*, 10º Colóquio Brasileiro de Matemática, 1975 • E.L. Lima, *ELEMENTOS DE TOPOLOGIA GERAL*, Livros Técnicos e Científicos • G.F. Simmons, *INTRODUCTION TO TOPOLOGY AND MODERN ANALYSIS*, McGraw-Hill, 1963 • C.S. Hönig, *APLICAÇÕES DE TOPOLOGIA À ANÁLISE*, IMPA, 1976.

MAT-319 ESTUDO DE PROBLEMAS BRASILEIROS

CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 3 créditos.

MAT-320 INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA

OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações e geometria.
CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em R e C. Séries de potências. Derivação complexa. Funções elementares. Transformações conformes. Integração complexa. Séries de Taylor. Singularidades.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-235 ou MAT-206 + MAT-236 ou MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, *COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE COMPLEX VARIABLE*, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1966 • R.V. Churchill, *VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES*, EDUSP/McGraw-Hill, São Paulo, 1975 • C.S. Hönig, *INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA*, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT-321 CÁLCULO INTEGRAL

OBJETIVOS: Estudo da integral de Riemann em R^n, integração de formas diferenciais, Teorema de Stokes.
CONTEÚDO:1. Integral de Riemann em R^n. Integrabilidade de funções contínuas. Critérios de integrabilidade.Demonstração do teorema de mudança de variáveis e de Fubini. 2. Formas diferenciais em R^n. Campos vetoriais. Relação entre formas e operadores vetoriais. 3. Teorema de Stokes (em linguagem de formas diferenciais). Aplicações à análise vetorial clássica. 4. Formas exatas e formas fechadas.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-311 + MAT-236 ou MAT-311 + MAT-218 ou MAT-311 + MAT-211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. G. Bartle, *THE ELEMENTS OF REAL ANALYSIS*, 2nd ed., John Wiley, 1976 • R. Buck, E. F. Buck, *ADVANCED CALCULUS*, 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1965 • E. L. Lima, *CURSOS DE ANÁLISE*, vol. 2 • W. Rubin, *PRINCÍPIOS DE ANÁLISE MATEMÁTICA*, Mc Graw-Hill.

MAT-326 GEOMETRIA DIFERENCIAL

OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em E^3.
CONTEÚDO: 1. Curvas em E^3, equações de Frenet, curvatura, torsão. 2. Transformações afins, semelhança, movimentos rígidos, medida de ângulos. 3. Superfícies em E^3; cartas, vetores tangentes, plano tangente e normal; campos de vetores e formas diferenciais, noção de variedade diferenciável de dimensão 2. 4. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvaturas de Gauss e média; superfícies de revolução e regradas; equações de Codazzi; derivação covariante, paralelismo, geodésicas. 5. Tópico livre.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-311 (até 96) ou MAT-236 + MAT-311 (após 96).
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM: Média ponderada de provas e exercícios.

ANEXO II

MANUAL DE 2002 DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IME DA USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

MANUAL DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

2002

CURRÍCULO
EMENTAS

Diretor do IME:
- Prof. Dr. Siang Wun Song

Vice-Diretor:
- Prof. Dr. Pablo Augusto Ferrari

Chefes dos Departamentos:
- Prof. Dr. Francisco Rui Tavares de Almeida - MAT
- Prof. Dr. Saulo Rabello Maciel de Barros - MAP
- Prof. Dr. Jefferson Antônio Galves - MAE
- Profª. Drª. Yoshiko Wakabayashi - MAC

Membros da Comissão de Graduação do IME:
- Profª. Drª. Cristina Cerri - MAT (Presidente)
- Profª. Drª. Cláudia Monteiro Peixoto - MAE (Vice-Presidene)
- Profª. Drª. Déborah Martins Raphael - MAT
- Prof. Dr. Manuel Valentim Pera Garcia - MAP
- Prof. Dr. Paulo Feofiloff - MAC
- Acad. Marcos Yoshinori Nakashima (repres. discente)

Membros da Comissão de Licenciatura:
- Profª. Drª. Cristina Cerri
- Profª. Drª. Maria Cristina Bonomi Barufi
- Prof. Dr. Roberto Costa
- Profª. Drª. Roseli Fernandez
- Profª. Drª. Carmem Partiti (Representante do IF)
- Profª. Drª. Maria do Carmo (Representante da FE)
- Guilherme Poloni Segundo (Representante Discente)

Assistente Técnico para Assuntos Acadêmicos:
- Águida Furtado Vieira Mantegna

Secretária da Comissão de Graduação
- Solange Ivo de Oliveira

Chefe da Seção de Alunos
- Leny Florêncio

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Instituto de Matemática e Estatística da USP
Rua do Matão, 1010
05508-900 -São Paulo, SP

Prefácio

O Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da USP tem por objetivo a formação de professores de Matemática para a segunda fase do ensino fundamental e para o ensino médio.

Nesse sentido promovemos aos alunos uma sólida formação em Matemática, incluindo Estatística e Computação e o domínio dos principais conceitos de Física. Além disso, o curso possibilita reflexões sobre o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem, sobre metodologias de ensino de Matemática e sobre pedagogia em geral. Acreditamos que a formação de um professor se dá em todas as atividades desenvolvidas ao longo do curso.

O Departamento de Matemática do IME é responsável pelo curso que tem duração de 4 anos no período diurno e 5 anos no período noturno. O curso tem uma estrutura flexível possibilitando ao aluno o aprofundamento em várias áreas de conhecimento matemático ou de ensino.

Este manual foi preparado para dar aos alunos informações básicas a respeito do curso, como o currículo ideal e ementas das disciplinas obrigatórias.

Mais informações sobre este curso e outros do IME podem ser obtidas através do site www.ime.usp.br/grad ou com os membros da Comissão de Graduação do IME.

ÍNDICE

Corpo Docente	01
Estrutura Curricular para Ingressantes de 1994 até 2000	04
Estrutura Curricular para Ingressantes em 2001 e anos subseqüentes	05
Observações sobre os Currículos da Licenciatura	06
Bloco de Disciplinas Optativas	07
Fluxogramas das Disciplinas Obrigatórias	08
Ementas de Disciplinas Obrigatórias do IME	10
Ementas de Disciplinas Obrigatórias de outras Unidades	15
Ementas das Disciplinas dos Blocos de Optativas do IME	18
Calendário Escolar 2002	22

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

PROFESSORES TITULARES

Alfredo Jorge Aragona Vallejo
Daciberg Lima Gonçalves
Fabiano Gustavo Braga Brito
Francisco Cesar Polcino Milies
Francisco Miraglia Netto
Héctor Alfredo Merklen Goldschmidt
Ivan Paulovich Shestakov

PROFESSORES ASSOCIADOS

Alexandre Nikolaevich Grishkov
Antonio Carlos Asperti
Antonio Luiz Pereira
Claudio Gorodski
Edson Vargas
Eduardo do Nascimento Marcos
Flávio Ulhoa Coelho
Francisco Rui Tavares de Almeida
Henrique Guzzo Junior
Jairo Zacarias Gonçalves
José Antonio Verderesi
Juan Carlos Gutiérrez Fernández
Luciano Barbanti
Luiz Antonio Peresi
Luiz Augusto Fernades de Oliveira
Mary Lilian Lourenço
Michael Dokuchaev
Orlando Stanley Juriaans
Paolo Piccione
Piotr Boleslaw Koszmider
Ricardo Bianconi
Roberto Celso Fabricio Costa
Vyacheslav Futorny

PROFESSORES DOUTORES

Albert Meads Fisher
Alegria Gladys Chalom de Oliveira
Artur Hideyuki Tomita
Augusto Reynol Filho
Cláudia Cueva Cândido
Claudio Possani
Cristina Cerri
Déborah Martins Raphael
Elizabeth Ferreira Santos
Elói Medina Galego
Fernanda Soares Pinto Cardona
Heloisa Daruiz Borsari
Iole de Freitas Druck
Iracema Martin Bund
João Carlos Prandini
Jorge Adrian Beloqui
José Carlos Diniz Fernandes
Leilá Maria Vasconcellos Figueiredo
Lucia Renato Junqueira
Lucília Daruiz Borsari
Luiz Fichmann
Maria Angela Weiss
Maria Cristina Bonomi Barufi
Maria Izabel Ramalho Martins
Maria Lucia Sobral Singer
Marina Pizzotti
Martha Salerno Monteiro
Odilon Otávio Luciano
Oscar Fortunato Vilcachagua Erazo
Oscar João Abdounur
Oswaldo Rio Branco de Oliveira
Paulo Agozzini Martin
Pedro Luiz Fagundes
Plínio Amarante Quirino Simões
Regina Maria de Aquino
Rosa Maria dos Santos Barreiro Chaves
Roseli Fernandez
Sérgio Ferreira Cortizo
Severino Toscano do Rego Melo
Stravos Christodoulou
Vera Lucia Carrara
Zara Issa Abud

PROFESSORES ASSISTENTES.

André de Oliveira Gomes
Henrique Salvador Salazar Panzarelli
Jorge Tadashi Hiratuka
Sérgio Alves
Sérgio Namur

DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

PROFESSORES TITULARES.

Carlos Alberto de Barbosa Dantas
Carlos Alberto de Bragança Pereira
Heleno Bolfarine
Jefferson Antônio Galves
Júlio da Motta Singer
Pablo Augusto Ferrari
Pedro Alberto Morettin

PROFESSORES ASSOCIADOS.

Clélia Maria de Castro Toloi
Eduardo Jordão Neves
Gilberto Alvarenga Paula
Luiz Renato Gonçalves Fontes
Nelson Ithiro Tanaka
Nikolai Valtchev Kolev
Pedro Luiz Valls Pereira
Silvia Lopes de Paula Ferrari
Vanderlei da Costa Bueno
Wagner de Souza Borges

PROFESSORES DOUTORES

Adilson Simonis
Antonio Carlos Pedroso de Lima
Carmen Diva Saldiva de André
Cláudia Monteiro Peixoto
Denise Aparecida Botter
Elisabeti Kira
Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin
Fábio Prates Machado
Júlia Maria Pavan Soler
Lúcia Pereira Barroso
Márcia D'Elia Branco
Marcos Nascimento Magalhães
Mariane Streibel
Mônica Carneiro Sandoval
Paulo Reinhardt Santana
Rinaldo Artes
Sergio Wechsler
Serguei Popov
Silvia Nagib Elian
Vladimir Belitsky

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA

PROFESSORES TITULARES

Frank Michael Forger
Jorge Manuel Sotomayor Tello
Paulo Domingos Cordaro

PROFESSORES ASSOCIADOS.

Antônio Elias Fabris
Clodoaldo Grotta Ragazzo
Edson de Faria
Henrique von Dreifus
Pedro Paulo Serpa Schirmer
Saulo R. Maciel de Barros

PROFESSOR COLABORADOR

Daniel Bauman Henry

PROFESSORES DOUTORES

Alexandre Megiorin Roma
Daniel Cantergiani Panazzolo
Eduardo Colli
Helena Maria Ávila de Castro
Joyce da Silva Bevilacqua
Luís Carlos de Castro Santos
Manuel V. de Pera Garcia
Nelson Mugayar Kuhl
Pedro Aladar Tonelli
Sergio Muniz Oliva Filho
Sônia Regina Leite Garcia

PROFESSORES ASSISTENTES.

Claudio Hirofume Asano

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PROFESSORES TITULARES.

Carlos Humes Junior
Imre Simon
Routo Terada
Siang Wun Song

PROFESSORES ASSOCIADOS

Arnaldo Mandel
Carlos Eduardo Ferreira
Flávio Soares C. da Silva
Júnior Barrera
Yoshiharu Kohayakawa
Yoshiko Wakabayashi

PROFESSORES DOUTORES

Alair Pereira do Lago
Alan Mitchel Durham
Alferdo Goldman Vel Lejbman
Ana Cristina Vieira de Melo
Carlos Hitoshi Morimoto
Cristina Gomes Fernandes
Ernesto Birgin
Fábio Kon
Francisco Carlos da R. Reverbel
João Eduardo Ferreira
José Augusto Ramos Soares
José Coelho de Pina Jr.
Júlio M. Stern
Kunio Okuda
Leliane Nunes de Barros
Leônidas de Oliveira Brandão
Marcelo Finger
Marcos Dimas Gubitoso
Markus Endler
Nami Kobayashi
Nina Sumiko Tomita Hirata
Paulo Feofiloff
Paulo José Silva e Silva
Renata Wassermann
Roberto Marcondes Cesar Júnior
Ronaldo Fumio Hashimoto

ESTRUTURA CURRICULAR

CURSO DIURNO

código 45-023-1: para ingressantes em 1994 até 2000.

1º semestre
MAT0105 Geometria Analítica
MAT0135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real(*)
MAT0151 Laboratório de Matemática
FAP0151 Fundamentos de Mecânica
FAP0152 Introdução às Medidas em Física

2ºsemestre
MAT0134 Introdução à Álgebra Linear
MAT0135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real (*)
MAC0118 Noções de Ensino de Mat. Usando o Computador
FAP0153 Mecânica
FEP0156 Gravitação
FGE0160 Ótica

3º semestre
MAT0120 Álgebra I para Licenciatura
MAT0235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (*)
MAC0110 Introdução à Computação
FGE0270 Eletricidade I

4º semestre
MAT0230 Geometria e Desenho Geométrico I
MAT0235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (*)
MAE0151 Estatística para Licenciatura (*)
FMT0159 Termodinâmica I
... optativa I

5º semestre
MAT0240 Geometria e Desenho Geométrico II
MAP0151 Cálculo Numérico e Aplicações
EDA0461 Política e Organização da Educação Básica no Brasil
... optativa II
... optativa III

6º semestre
MAT0231 Álgebra II para Licenciatura
MAT0341 História da Matemática I
EDF0288 Psicologia da Educação
... optativa IV
... optativa V

7º semestre
MAT0310 Geometria III
MAT0315 Introdução à Análise
EDM0401 Didática
EDM0427 Metodologia do Ensino de Matemática I
... optativa VI

8º semestre
MAT0331 Elementos da Teoria dos Conjuntos
EDM0428 Metodologia do Ensino de Matemática II
... optativa da Faculdade de Educação
... optativa VII
... optativa VIII

(*): disciplina com duração de 2 semestres.

CURSO NOTURNO

código 45-023-4: para ingressantes em 1994 até 2000.

1º semestre
MAT0105 Geometria Analítica
MAT0135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real (*)
MAT0151 Laboratório de Matemática
FAP0151 Fundamentos de Mecânica

2º semestre
MAT0134 Introdução à Álgebra Linear
MAT0135 Cálculo para Funções de Uma Variável Real (*)
MAC0118 Noções de Ensino de Mat. Usando o Computador
FAP0152 Introdução às Medidas em Física

3º semestre
MAT0235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (*)
MAC0110 Introdução à Computação
MAE0151 Estatística para Licenciatura (*)
FAP0153 Mecânica

4º semestre
MAT0120 Álgebra I para Licenciatura
MAT0235 Cálculo para Funções de Várias Variáveis Reais (*)
MAE0151 Estatística para Licenciatura (*)
FGE0270 Eletricidade I

5º semestre
MAT0230 Geometria e Desenho Geométrico I
MAP0151 Cálculo Numérico e Aplicações
FEP0156 Gravitação
FGE0160 Ótica
EDA0461 Política e Organização da Educação Básica no Brasil

6º semestre
MAT0240 Geometria e Desenho Geométrico II
FMT0159 Termodinâmica I
EDF0288 Psicologia da Educação
... optativa I

7º semestre
MAT0231 Álgebra II para Licenciatura
EDM0401 Didática
... optativa II
... optativa III

8º semestre
MAT0310 Geometria III
MAT0341 História da Matemática I
... optativa da Faculdade de Educação
... optativa IV

9º semestre
MAT0315 Introdução à Análise
EDM0427 Metodologia do Ensino de Matemática I
... optativa V
... optativa VI

10ºsemestre:
MAT-331 Elementos da Teoria dos Conjuntos
EDM-428 Metodologia do Ensino de Matemática I
... optativa VII
... optativa VIII

ESTRUTURA CURRICULAR

CURSO DIURNO

código 45-023-1: para ingressantes em 2001 e anos subseqüentes.

1º semestre
MAT0105 Geometria Analítica
MAT1351 Cálculo para Funções de Uma Variável Real I
MAE1511 Estatística para Licenciatura I
FAP0152 Introdução às Medidas em Física
MAT1511 Laboratório de Matemática I

2º semestre
MAT0134 Introdução à Álgebra Linear
MAT1352 Cálculo para Funções de Uma Variável Real II
MAT1512 Laboratório de Matemática II
FAP0151 Fundamentos de Mecânica
MAE1512 Estatística para Licenciatura II

3º semestre
MAT0120 Álgebra para Licenciatura I
MAT2351 Cálculo para Funções de Várias Variáveis I
MAC0118 Noções de Ensino de Mat. Usando o Computador
FAP0153 Mecânica
EDA0461 Política e Organização da Educação Básica no Brasil

4º semestre
MAT2352 Cálculo para Funções de Várias Variáveis II
MAT0230 Geometria e Desenho Geométrico I
MAC0110 Introdução à Computação
FMT0159 Termodinâmica I
EDF0288 Psicologia da Educação

5º semestre
MAT0240 Geometria e Desenho Geométrico II
MAP0151 Cálculo Numérico e Aplicações
MAT0231 Álgebra para Licenciatura II
FEP0156 Gravitação
FGE0270 Ótica
EDM0401 Didática

6º semestre
MAT0315 Introdução à Análise Real
FGE0270 Eletricidade I
..... optativa da Faculdade de Educação
..... optativa I
..... optativa II

7º semestre
MAT0310 Geometria III
MAT0341 História da Matemática I
EDM0427 Metodologia do Ensino de Matemática I
..... optativa III
..... optativa IV

8º semestre
MAT0331 Elementos da Teoria dos Conjuntos
EDM0428 Metodologia do Ensino de Matemática II
..... optativa V
..... optativa VI
..... optativa VII

CURSO NOTURNO

código 45-023-4: para ingressantes em 2001 e anos subsequentes

1º semestre
MAT0105 Geometria Analítica
MAT1351 Cálculo para Funções de Uma Variável Real I
MAT0151 Laboratório de Matemática I
FAP0152 Introdução às Medidas em Física

2º semestre
MAT0134 Introdução à Álgebra Linear
MAT1352 Cálculo para Funções de Uma Variável Real II
FAP0151 Fundamentos de Mecânica
MAT1512 Laboratório de Matemática II

3º semestre
MAT2351 Cálculo para Funções de Várias Variáveis I
MAC0118 Noções de Ensino de Mat. Usando o Computador
MAE1511 Estatística para Licenciatura I
FAP0153 Mecânica

4º semestre
MAT2352 Cálculo para Funções de Várias Variáveis II
MAE1512 Estatística para Licenciatura II
MAC0110 Introdução à Computação
FMT0159 Termodinâmica I

5º semestre
MAT0120 Álgebra para Licenciatura I
MAP0151 Cálculo Numérico e Aplicações
FEP0156 Gravitação
FGE0270 Ótica
EDA0461 Política e Organização da Educação Básica no Brasil

6º semestre
MAT0230 Geometria e Desenho Geométrico I
MAT0315 Introdução à Análise Real
EDF0288 Psicologia da Educação
FGE0270 Eletricidade I

7º semestre
MAT0231 Álgebra para Licenciatura II
EDM0401 Didática
MAT0240 Geometria e Desenho Geométrico II
..... optativa I

8º semestre
MAT0341 História da Matemática
..... optativa da Faculdade de Educação
..... optativa II
..... optativa III

9º semestre
MAT0310 Geometria III
EDM0427 Metodologia do Ensino de Matemática I
..... optativa IV
..... optativa V

10º semestre
MAT0331 Elementos da Teoria dos Conjuntos
EDM0428 Metodologia do Ensino de Matemática II
..... optativa VI
..... optativa VII

Observações sobre os currículos da Licenciatura (diurno e noturno)

para ingressantes de 1994 a 2000:

1) Número total de créditos de disciplinas obrigatórias: 124 créditos aula (1860 horas) e 4 créditos trabalho (120 horas de atividades de estágio, realizadas preferencialmente em escolas públicas e destinadas a observar classes, preparar e implementar projetos de intervenção pedagógica). Número mínimo de créditos de disciplinas optativas: 36 (540 horas). Carga horária total do curso: 2400 horas.

2) O aluno deverá completar, no mínimo, 36 créditos em disciplinas optativas. Dentre eles, 16 deverão ser obtidos entre as optativas de aprofundamento, 16 serão de optativas e os 4 restantes de optativas da Faculdade de Educação.

para ingressantes de 2001 e anos subseqüentes:

1) Número total de créditos de disciplinas obrigatórias: 128 créditos aula (1920 horas). Número mínimo de créditos de disciplinas optativas: 32 (480 horas). Carga horária total do curso: 2400 horas.

2) O aluno deverá completar, no mínimo, 32 créditos em disciplinas optativas. Dentre eles, 16 deverão ser obtidos entre as optativas de aprofundamento, 12 serão de optativas livres e os 4 restantes de optativas da Faculdade de Educação.

Optativas

A função das optativas de aprofundamento é propiciar ao aluno um maior contato com alguma área de Matemática, de Estatística, de Informática, de Física ou de Ensino da Matemática ou Física. A direção na qual o aluno irá aprofundar-se fica à sua escolha, dentro de uma gama pré-fixada de áreas que serão caracterizadas por blocos de disciplinas. Cada aluno deverá escolher dois destes blocos e obter 8 créditos em cada bloco. Segue adiante a lista de tais blocos de optativas de aprofundamento.

Dentro do espírito de aprofundamento aqui descrito, a Comissão Coordenadora da Licenciatura do IME poderá revalidar, mediante requerimento do aluno, outros eventuais pares de disciplinas que se enquadrem em alguma das áreas descritas pelos blocos, mas que não constem da lista sugerida adiante, como créditos de optativa de aprofundamento.

A função das optativas livres é possibilitar flexibilidade curricular e abertura para a interface abordada por diferentes áreas do saber, sempre que esta for uma aspiração do aluno. Convém que o aluno procure orientação de um professor do curso para discutir o significado na sua formação das escolhas pretendidas. Poderão ser escolhidas como optativas livres,

- disciplinas dos blocos de aprofundamento,
- disciplinas dos Bacharelados do IME, obedecidos seus pré-requisitos,
- disciplinas da Licenciatura em Física, obedecidos seus pré-requisitos,
- disciplinas da FE, obedecidos seus pré-requisitos,
- disciplinas de qualquer Unidade da USP, obedecidos seus pré-requisitos,

desde que seus conteúdos não se sobreponham a disciplinas obrigatórias e optativas.

OBS: Para obter informações sobre as disciplinas oferecidas na USP, acesse o Júpiter Web (www.sistemas.usp.br/jupiterweb)

BLOCOS DE DISCIPLINAS OPTATIVAS DE APROFUNDAMENTO NOS CURRÍCULOS DA LICENCIATURA (DIURNO E NOTURNO)

Disciplinas que podem ser cursadas em cada bloco sem necessidade de requerimento

bloco I: ANÁLISE MATEMÁTICA
- MAT0130 Equações Diferenciais Ordinárias e Aplicações
- MAT0320 Introdução à Análise Complexa
- MAT0349 Introdução à Lógica
- MAP0335 Elementos de Modelagem

bloco II: ÁLGEBRA
- MAT0223 Introdução à Teoria dos Números
- MAT0214 Tópicos de Álgebra
- MAT0233 Tópicos de Grupos e Aplicações
- MAT0349 Introdução à Lógica
- MAC0228 Combinatória e Grafos

bloco III: GEOMETRIA
- * MAT0232 Geometria Linear
- MAT0419 Geometria Projetiva e Desenho
- MAT0349 Introdução à Lógica

bloco IV: ELEMENTOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
- MAT0450 Seminário de Resolução de Problemas
- MAT0430 História da Matemática II
- MAT0412 Complementos de Matemática Elementar

bloco V: PROJETO DE ENSINO DE MATEMÁTICA
- MAT0451 Projeto de Ensino de Matemática (anual)

bloco VI: COMPUTAÇÃO E MATEMÁTICA APLICADA
- MAC0228 Combinatória e Grafos
- * MAC0122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos
- MAP0335 Elementos de Modelagem
- * MAC0212 Laboratório de Computação

bloco VII: PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA
- * MAE0221 Probabilidade I
- * MAE0311 Inferência Estatística
- * MAE0217 Estatística Descritiva
- * MAE0228 Noções de Prob. e Processos Estocásticos

bloco VIII: FÍSICA
- * FEP0255 Mecânica dos Corpos Rígidos e dos Fluídos
- * FGE0271 Eletricidade II
- * FGE0357 Oscilações e Ondas
- * FMA0374 Relatividade
- * FMT0259 Termodinâmica II
- * FEP0254 Laboratório de Mecânica
- * FAP0372 Eletromagnetismo
- * FAP0373 Laboratório de Eletromagnetismo
- * FMT0405 Evolução dos Conceitos da Física

bloco IX: ENSINO DE FÍSICA
- * FAP0356 Elementos e Estratégias para o ensino da Física
- * FEP0358 Propostas e Projetos de Ensino da Física
- * EDM0425 Prática de Ensino de Física I
- * EDM0426 Prática de Ensino de Física II

(*) disciplinas que são oferecidas regularmente para outros cursos

Fluxograma das Disciplinas Obrigatórias – Período Diurno

8

Fluxograma das Disciplinas Obrigatórias – Período Noturno

9

Ementas das Disciplinas Obrigatórias do IME para o Curso de Licenciatura

MAT0105 GEOMETRIA ANALÍTICA
OBJETIVOS: Estudo da Geometria Analítica no plano e no espaço, com ênfase nos seus aspectos geométricos e suas traduções em coordenadas cartesianas. Lugares geométricos.
CONTEÚDO: Coordenadas no plano: coordenadas cartesianas retangulares no plano. Distância entre dois pontos. Equação de uma circunferência. Posição relativa de duas circunferências. Coordenadas polares. Vetores no plano; componentes de um vetor. Adição de vetores. Multiplicação de um vetor por um número real. Vetores linearmente independentes e linearmente dependentes. Produto escalar. Estudo da reta no plano: equação geral da reta. Paralelismo e perpendicularismo. Ângulo. Distância de ponto a reta. Secções cônicas: equações na forma reduzida em coordenadas cartesianas e polares. Mudança de coordenadas no plano. Classificação das cônicas. Vetores no espaço. Coordenadas cartesianas retangulares no espaço. Distância entre dois pontos. Componentes de um vetor. Adição e multiplicação por escalar. Vetores *//* e *l.d.*. Produtos: escalar, vetorial e misto. Estudo da reta e do plano no espaço. Equação do plano. Paralelismo e perpendicularismo entre planos. Equações de uma reta no espaço. Posições relativas. Ângulos. Distâncias. Estudo das superfícies quádricas. Equações na forma reduzida. Mudança de coordenadas no espaço. Classificação de quádricas.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0120 ÁLGEBRA I PARA LICENCIATURA
OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com problemas de teoria elementar de números e justificar a introdução de conceitos de álgebra abstrata.
CONTEÚDO: Números inteiros: apresentação axiomática. Axioma de indução finita e princípio do menor inteiro. Aplicações. Divisibilidade: divisão inteira. Algoritmo de Euclides. *MDC* e *MMC*. Teorema Fundamental da Aritmética. Congruências. Equações diofantinas lineares. Teorema chinês do resto. Teoremas de Fermat, Euler e Wilson. Inteiros módulo *m*. Números racionais e reais. Numeração decimal.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0134 INTRODUÇÃO À ÁLGEBRA LINEAR
OBJETIVOS: Familiarizar o estudante com os conceitos de transformação linear e espaço vetorial de dimensão finita através da geometria do R^2 e do R^3. Trabalhar a relação entre matrizes e transformações lineares, bem como a resolução de sistemas lineares de equações.
CONTEÚDO: A geometria dos vetores no plano e no espaço. Transformações do espaço. Transformações lineares (no plano e no espaço). Somas e composição de transformações lineares. Inversão e sistemas de equações lineares. Determinantes. Autovalores de transformações do plano e do espaço. Matrizes simétricas. Classificação das superfícies cônicas e quádricas. A geometria dos vetores de R^n. Transformações lineares de R^n em R^m. Matrizes. Sistemas de equações lineares, homogêneos e não homogêneos. Determinantes. Espaços vetoriais. Bases e dimensão. Existência e unicidade de soluções de um sistema linear. Teorema de Rouché-Capelli. Matriz de uma transformação linear. Espaços vetoriais com produto interno. Bases ortonormais. Projeção ortogonal. Aproximação de funções polinomiais.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0105.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0230 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO I
OBJETIVOS: Examinar a Geometria Elementar de um ponto de vista mais preciso e crítico do que a abordagem usual na escola secundária, destacando seu papel no desenvolvimento histórico da Matemática. Promover o desenvolvimento do raciocínio dedutivo e da habilidade e sensibilidade para resolução de problemas geométricos. Estudar, ao longo do desenvolvimento do conteúdo do programa, os procedimentos utilizados nas construções geométricas com régua e compasso, questionando e justificando sua validade.
CONTEÚDO: Postulados de Incidência. Ordem. Separação e Congruência. Posição relativa de retas e planos. Triângulos: congruência e desigualdades geométricas. Perpendicularismo. Postulado das Paralelas: o papel da sua independência no desenvolvimento histórico da Geometria. Semelhanças. Polígonos: estudo especial dos quadriláteros. Circunferência. Construções geométricas: o método dos lugares geométricos.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0231 ÁLGEBRA II PARA LICENCIATURA
OBJETIVOS: Trabalhar as propriedades dos anéis de polinômios e introduzir a necessidade de ampliação do corpo real.
CONTEÚDO: Anéis e corpos: definições e exemplos. Anéis de polinômios, funções polinomiais. Algoritmos de divisão. Teorema do Resto. *MMC* e *MDC* de polinômios. Raízes comuns a dois polinômios. Resultante de dois polinômios. Raízes múltiplas e derivada formal. Resolução de equações de 3º e 4º graus. Polinômios irredutíveis. Fatoração em Q[X]. Conteúdo de um polinômio. Lema de Gauss e critério de Eisenstein. Raízes racionais de um polinômio em Q[X]. "optativo ou como exercício": Raízes reais de polinômios em R[X]; métodos de Newton, Rolle e Sturm.) Necessidade de ampliação do corpo real. Números complexos e o Teorema Fundamental da Álgebra. Raízes da unidade. Complexos construtíveis. Construção de polígonos regulares com régua e compasso. Os três problemas clássicos: quadratura do círculo, trissecção do ângulo e duplicação do cubo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0240 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO II
OBJETIVOS: Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre figuras geométricas no espaço. Destacar o papel da medida, através de uma construção axiomática das funções área e volume. Desenvolver, ao longo do conteúdo do programa, o raciocínio geométrico envolvido nas construções geométricas com régua e compasso, bem como salientar o caráter
CONTEÚDO: A função área: áreas de figuras geométricas planas. Diedros, triedros e poliedros. Poliedros regulares. Prismas, pirâmides. Cilindros, cones e esferas. A função volume: volumes de figuras geométricas no espaço. Secções cônicas. . Estudo da solubilidade de construções com régua e compasso (problemas clássicos da antigüidade, ciclotomia).
PRÉ-REQUISITOS: MAT0230
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0310 GEOMETRIA III
OBJETIVOS: Estudo geométrico das transformações na Geometria Elementar e suas aplicações à resolução de problemas.
CONTEÚDO: Estudo das translações, rotações, reflexões e suas composições. Grupos diedrais. Congruências próprias e impróprias: classificação das isometrias do plano. Estudo das homotetias e suas composições: Homotetia espiral e refletida. Semelhanças próprias e impróprias: classificação das semelhanças do plano. Teoremas clássicos: Desargues, Pappus. Estudo da inversão: propriedades básicas e aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE
OBJETIVOS: Introduzir os conceitos básicos de análise real. Apresentar formalmente a noção de completude dos números reais e suas conseqüências.
CONTEÚDO: Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; Série de potências e propriedades; desenvolvimento de funções em séries de potências, séries de Taylor e de Fourier. A Construção de R e o axioma da completude; a expansão decimal dos números reais. Demonstrações de alguns dos principais teorema do Cálculo Diferencial e Integral.
PRÉ-REQUISITOS: MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0331 ELEMENTOS DA TEORIA DOS CONJUNTOS
OBJETIVOS: Discutir a questão de ser a teoria dos conjuntos fundamento para a Análise e para as teorias matemáticas em geral. Propiciar ao aluno uma vivência sistemática com o método axiomático, através do desenvolvimento de algumas teorias *ZF, KM, NBG*. Discutir a inadequação do ensino da teoria dos conjuntos na escola de 1º e 2º graus.
CONTEÚDO: Introdução: motivação histórica e paradoxos lógicos e semânticos; a construção de *Q* a partir de *N* e a de *R* a partir de *Q*; a dificuldade de definir número natural; várias tentativas históricas; a noção de finito e infinito $N \subset Q$, mas *Q* é enumerável; as provas da enumerabilidade de Q e da não enumerabilidade de *R*. Discussão sobre os caminhos utilizados para a eliminação dos paradoxos e o surgimento de dois tipos de teorias: conjuntos e classes. Rudimentos do Cálculo de Predicados. A álgebra dos conjuntos segundo alguma das teorias axiomáticas *ZF, KM* ou *NGB*: uniões, intersecções, inclusões, complementos, par ordenado, produto cartesiano, relações e funções. As definições de naturais, ordinais e cardinais. O teorema de Bernstein-Schroeder (ou Cantor-Bernstein) e o teorema de Cantor. Propriedades de conjuntos finitos e infinitos. Indução finita; aplicações. Noções de aritmética ordinal e cardinal.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120 + MAT02352 ou MAT0230 + MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0341 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA I
OBJETIVOS: Apresentar e propiciar aos alunos uma reflexão sobre a inserção cultural da evolução dos conceitos da Matemática Elementar na História da Humanidade.
CONTEÚDO: Primeiros sistemas de numeração e a gênese da geometria: Babilônia e Egito. As origens da matemática grega; as primeiras escolas; os problemas clássicos. A escola pitagórica: conceitos básicos da teoria dos números. Os Elementos de Euclides: a geometria axiomática, a teoria das proporções de Eudoxo e os incomensuráveis. Geometria do espaço. Apolônio e as seções cônicas. O período alexandrino. Áreas e volumes: Arquimedes e Heron. Matemática na Índia e nos países muçulmanos. Características gerais da matemática medieval. O Renascimento. Equações de terceiro e quarto graus. A álgebra de Bombelli e a necessidade da introdução dos números complexos. Polinômios: Stevin, Viète, Descartes. Outros desenvolvimentos na teoria dos números complexos; representação geométrica; o trabalho de Gauss e Hamilton. Outras realizações no Renascimento: logaritmos e geometria analítica. A origem da Probabilidade.
PRÉ-REQUISITO: MAT0120 + MAT0230
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT1351 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL REAL I
OBJETIVOS: Estudo da variação de uma grandeza em relação à variação de outra grandeza: a idéia de função. O conceito de taxa de variação média e instantânea: a derivada de uma função. Estudo da variação acumulada: a integral definida.
CONTEÚDO: Equações e inequações; definição de função e gráficos; funções polinomiais de primeiro e segundo graus; função inverso de um número real; função modulares; funções inversíveis; funções exponenciais e logarítmicas; funções trigonométricas e suas inversas. Taxa de variação, velocidade, coeficiente angular da reta tangente; conceitos de derivada em um ponto; a função derivada; aproximações e linearidade local; conceito intuitivo de limite, continuidade e diferenciabilidade; regras de derivação. o cálculo da distância total percorrida a partir da velocidade; o cálculo de áreas; a integral definida; o Teorema Fundamental do Cálculo e exemplos.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

MAT1352 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL REAL II
OBJETIVOS: Técnicas do Cálculo; estudo das aplicações clássicas do Teorema do Valor Médio e do Teorema Fundamental do Cálculo; introdução à modelagem.
CONTEÚDO: Propriedades da integral definida; a construção de anti-derivadas gráfica e numericamente; a construção de derivadas algebricamente; técnicas de integração; algumas equações diferenciais. Cálculo de volumes e áreas da superfície de sólidos de revolução. O comportamento de uma função; um estudo qualitativo; otimização; o gráfico de uma função, comportamento no infinito, regra de L'Hospital, Fórmula de Taylor. Integrais impróprias.
PRÉ-REQUISITO: MAT1351
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos

MAT1511 LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA I
OBJETIVOS:Dar aos ingressantes no curso de Licenciatura a oportunidade de enfrentar problemas que desafiem e impulsionem sua autonomia de pensamento bem como servir de apoio em relação a possíveis conteúdos do ensino médio que não estejam bem assimilados, ocasionando dificuldades nas demais disciplinas.
CONTEÚDO: Atividades envolvendo o raciocínio lógico; resolução de problemas envolvendo matemática elementar; revisão de funções; funções trigonométricas exponenciais e logarítmicas; outros
conteúdos do ensino médio.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 2 créditos

MAT1512 LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA II
OBJETIVOS: Dar aos ingressantes no curso de Licenciatura a oportunidade de enfrentar problemas que desafiem e impulsionem sua autonomia de pensamento bem como servir de apoio em relação a possíveis conteúdos do ensino médio que não estejam bem assimilados, ocasionando dificuldades nas demais disciplinas.
CONTEÚDO: Resolução de problemas envolvendo matemática elementar e o raciocínio lógico; princípio da indução finita; revisão de números complexos; outros conteúdos do ensino médio.
PRÉ-REQUISITO: MAT-1511.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 2 créditos.

MAT2351 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS
OBJETIVOS: Estudo de funções de duas e três variáveis: limite, continuidade e diferenciabilidade.

CONTEÚDO: Funções duas e três variáveis reais, curvas de nível e gráficos; limite e continuidade; derivadas parciais e direcionais; diferenciabilidade, regra da cadeia e propriedades do gradiente; polinômio de Taylor, máximos e mínimos e multiplicadores de Lagrange.
PRÉ-REQUISITO: MAT1352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT2352 CÁLCULO PARA FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS II
OBJETIVOS: Estudo de integrais duplas e triplas, integrais de linha e de superfície e aplicações.
CONTEÚDO: Integrais duplas e triplas; mudança de variáveis em integrais duplas e triplas (polares, esféricas e cilíndricas); campos vetoriais; divergente e rotacional e suas interpretações; integrais de linha, campos conservativos; superfícies parametrizadas; os teoremas de Green, Stokes e Gauss.
PRÉ-REQUISITO: MAT2351
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS:

MAP0151 CÁLCULO NUMÉRICO E APLICAÇÕES
OBJETIVOS: Dar uma introdução ao Cálculo Numérico, exemplificando a resolução de problemas numéricos em computadores. Dar uma introdução a modelos matemáticos.
CONTEÚDO: Modelos matemáticos; exemplos; caso discreto e contínuo. Modelos lineares (matriciais). Ajustes de tabelas e curvas; exemplos; o método dos mínimos quadrados. Tabelas de diferença e problemas de interpolação polinomial; exemplos de aplicação. O método de Monte Carlo para aproximação de integrais; comparação com os métodos clássicos de trapézios e Simpson. Problemas de determinar raiz n-ésima de k e raízes de polinômios. Aproximações sucessivas. Exemplos. Aplicações: uso de máquinas de calcular.
PRÉ-REQUISITOS: MAT1352 + MAC0110
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAE1511 ESTATÍSTICA PARA LICENCIATURA I
OBJETIVOS: Fornecer as idéias da metodologia estatística e criar situações em que o aluno deva analisar um conjunto de dados estatisticamente.
CONTEÚDO: Idéias gerais sobre o que é Estatística e suas possíveis aplicações. Etapas de um levantamento de dados: técnicas de amostragem, planejamento de experimentos. Estatística Descritiva: interpretação de gráficos, tabelas, medidas de locação e dispersão, medidas de dependência em tabelas de contingência, relação entre duas ou mais variáveis quantitativas (noções de correlação e regressão). Todos estes tópicos devem ser desenvolvidos a partir de um conjunto de dados e com o uso de um pacote estatístico. Análise Combinatória: princípio fundamental da contagem, amostras ordenadas, permutações, amostras desordenadas (combinações), partições, problemas de encontro, problemas de ocupação, etc. Probabilidade: as várias correntes; axiomas; probabilidade condicional e independência.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAE1512 ESTATÍSTICA PARA LICENCIATURA II
OBJETIVOS: Fornecer as idéias básicas de inferência estatística e criar situações em que o aluno deva analisar um conjunto de dados estatisticamente.
CONTEÚDO: Variáveis aleatórias uni e bidimensionais, funções distribuição: conceitos básicos, valor esperado, variância, correlação. Modelos probalísticos: binomial, Poisson, geométrico, hipergeométrico, uniforme discreto e contínuo, exponencial, Normal. Estimação: idéias básicas. Estimular o aluno com um problema prático a partir de um conjunto de dados e uso de pacote estatístico. 3.1. Estimação por ponto e por intervalo. Testes de Hipóteses: idéias básicas, determinação da região crítica, erros do tipo I e II, nível descritivo. Comparação de duas populações. Novamente, motivar o aluno a partir de um problema prático e pertinente e uso de uma pacote estatístico.
PRÉ-REQUISITO: MAE1511
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAC0110 INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO
OBJETIVOS: Introduzir a programação de computadores através do estudo de uma linguagem algoritmica e de exercícios práticos.
CONTEÚDO: Algoritmos: caracterização, notação, estruturas básicas. Computadores: unidades básicas, instruções, programa armazenado, endereçamento, programas em linguagem de máquina. Conceitos de linguagens algoritmicas: expressões; comandos seqüenciais, seletivos e repetitivos; entrada/saída; variáveis estruturadas; procedimentos. Desenvolvimento e documentação de programas. Exemplos de processamento não numérico.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAC0118 NOÇÕES DE ENSINO DE MATEMÁTICA USANDO O COMPUTADOR
OBJETIVOS: Apresentar programas computacionais que possam ser usados no ensino de Matemática no primeiro e segundo graus.
CONTEÚDO: Introdução ao uso de computadores. Apresentação de programas que possam ser usados no ensino de matemática. Problemas de matemática (de primeiro ou segundo graus) e o uso de programas para sua resolução. Conceitos básicos de demonstração e contra-exemplos. Como o computador pode ajudar no processo de ensino descoberta. Redação de pequenas dissertações sobre temas pertinentes ao ensino de matemática.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas de aulas teóricas; 4 créditos.

Ementas das Disciplinas Obrigatórias de outras Unidades para o Curso de Licenciatura

EDA0461 POLÍTICA E ORGANIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL
OBJETIVOS: Propiciar ao licenciando condições para a compreensão e análise crítica das políticas educacionais, bem como da organização escolar e da legislação do ensino referentes à Educação Básica, como elementos de reflexão e intervenção na realidade educacional brasileira.
CONTEÚDO: a) Valores e objetivos da educação: Inserção do sistema escolar público na produção e reprodução social. b) Organização da educação básica no Brasil: aspectos históricos. c) Legislação do ensino no Brasil. d) Planejamento e situação atual da educação. e) Financiamento da educação. f) Gestão dos sistemas de ensino. g) Unidade escolar: gestão e projeto pedagógico.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas e 4 créditos.

EDF0288 PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO
OBJETIVOS: Criar condições para que os futuros professores possam: 1. Analisar os temas fundamentais da Psicologia da Educação em função do cotidiano escolar. 2. Identificar a realidade psico-pedagógica como um processo dinâmico em todos os seus aspectos, de modo a permitir que as visões estereotipadas e socialmente condicionadas sejam rompidas e criticadas. 3. Capacitar-se a trabalhar a relação psico-pedagógica de modo a favorecer o processo de desenvolvimento individual e a aprendizagem do aluno.
CONTEÚDO: 1. Psicologia e Pedagogia: O conhecimento psicológico e o processo pedagógico. 2. Bases psicológicas do processo de desenvolvimento da Infância e da Adolescência. 3. Processos psicológicos da aquisição do conhecimento: Aprendizagem. 4. A Psicologia e a formação do professor: A relação psico-pedagógica.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas e 4 créditos.

EDM0401 DIDÁTICA
OBJETIVOS: Contribuir para a formação do professor, enquanto agente de ensino na educação institucionalizada, através de: 1. Análise da natureza das produções sobre ensino e sua relação com a orientação da prática pedagógica. 2. Apresentação de diferentes perspectivas de análise da relação entre ensino e aprendizagem e da relação professor-aluno. 3. Discussão de questões da prática pedagógica no cotidiano escolar.
CONTEÚDO: 1. História e teorizações sobre ensino: diferentes perspectivas de análise do ensino e da aprendizagem. 2. A organização do trabalho pedagógico na escola: o projeto pedagógico da escola e o trabalho docente no contexto escolar. 3. A situação de ensino em sala de aula: 3.1. a seleção dos conteúdos e materiais e a organização das atividades do professor e do aluno; 3.2. a aula: a linguagem de interação professor-aluno; 3.3. a avaliação da aprendizagem; 3.4. a relação professor-aluno e a questão da disciplina.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

EDM0427 METODOLOGIA DO ENSINO DE MATEMÁTICA I
OBJETIVOS: 1. uma reflexão sobre as concepções a respeito da Matemática, bem como sobre o modo através do qual elas influenciam a prática docente. 2. Articulação entre temas tratados nas disciplinas pedagógicas e os conteúdos matemáticos do restante do currículo da licenciatura. 3. Estabelecimento de pontes entre os conteúdos das diversas disciplinas do currículo da Licenciatura e aqueles que os licenciados irão lecionar no 1º e 2º graus. 4. A preparação para o ensino, de materiais para o ensino e a prática efetiva do ensino, através de estágios supervisionados.
CONTEÚDO: 1. Matemática: concepções, conseqüências para o ensino. a) Matemática, História e Filosofia da Ciência; b) Matemática e Alfabetização. 2. Matemática Elementar: uma abordagem crítica de temas selecionados. a) Conteúdos programáticos de 1º e 2º graus; b) Tópicos especiais, abordagens alternativas. 3. O material didático no Ensino da Matemática: funções. a) Materiais convencionais; livros, cadernos, periódicos; b) Jogos e materiais alternativos. 4. O planejamento das atividades didáticas em Matemática: estratégias. a) Análise e preparação de atividades para fins específicos. b) Planejamento e avaliação.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos e 2 créditos-trabalho (estágio).

EDM0428 METODOLOGIA DO ENSINO DE MATEMÁTICA II
OBJETIVOS: 1. Uma reflexão sobre as concepções a respeito da
Matemática, bem como sobre o modo através do qual elas influenciam a prática docente. 2. Articulação entre temas tratados nas disciplinas pedagógicas e os conteúdos matemáticos do restante do currículo da Licenciatura. 3.

Estabelecimento de pontes entre os conteúdos das diversas disciplinas do currículo da Licenciatura e aqueles que os licenciandos irão lecionar no 1º e 2º graus. 4. A preparação de materiais para o ensino e a prática efetiva do ensino, através dos estágios supervisionados.
CONTEÚDO: 1. Avaliação em Matemática: características. a) Questões gerais sobre instrumentos e estratégias de avaliação; b) Avaliação e planejamento. 2.~Currículos de Matemática da Escola Básica: análise comparativa. a) Currículos de 1º e 2º graus no Brasil; b) O ensino de Matemática Elementar em outros países. 3. Epistemologia da Didática da Matemática: questões. a) Questões de
natureza psico-sociológica; b) Questões de natureza histórico filosófica. 4. Questões abertas especialmente relevantes para professores de Matemática: discussão. a) Informática na Escola Pública; b) Outras questões, selecionadas em função do interesse dos alunos.
PRÉ-REQUISITO: EDM0427.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos e 2 créditos-trabalho (estágio).

FAP0151 FUNDAMENTOS DA MECÂNICA
CONTEÚDO: Grandezas físicas. Relações entre grandezas físicas. O que é uma lei física. O papel dos experimentos, das teorias, dos modelos e da Matemática na Física, com exemplos ilustrativos. Gênese da Mecânica. Galileu e a equivalência entre repouso e movimento retilíneo uniforme. Independência dos movimentos em direções diferentes. Relatividade das variáveis cinemáticas e sistemas de referência inerciais. Força e interação. Ação e reação: simultaneidade e igualdade de seus módulos e direções. Ação de contato e ação à distância. Relação entre força e aceleração; localização, composição e resultante de forças. Queda livre e movimento num campo de força constante. Condições de equilíbrio e aplicações. Força de atrito estático, cinético e aplicações. Dinâmica do movimento circular e aplicações.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

FAP0152 INTRODUÇÃO ÀS MEDIDAS EM FÍSICA
OBJETIVOS: Medidas de diversas grandezas (comprimento, tempo, massa, temperatura), a partir de situações do cotidiano, utilizando-se instrumentos de diversas precisões (métodos diretos): cuidados experimentais, erro experimental instrumental, cálculos de média e desvio da média, comparação com resultados esperados. Métodos indiretos de medida (densidade superficial de massa, velocidade, grandes e pequenos comprimentos). Noções de propagação de erros experimentais. Influência do experimentador no resultado de um experimento: medida de tempo de reação humana. Introdução à análise gráfica linear e logarítmica de fenômenos dependentes do tempo, derivação numérica.
CONTEÚDO: O programa consiste de alguns experimentos visando a
solução de problemas experimentais relacionados com o conteúdo teórico do segundo grau. Determinação das características de um pêndulo: seleção das possíveis variáveis relevantes e das condições de contorno significativas. Distância focal de uma lente. Densidade de um material. Medidas com diferentes instrumentos de diferentes precisões. Índice de refração de um sólido transparente. Relação entre as variáveis significativas de uma corda vibrante. Experimentos de demonstração com material de baixo custo.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

FAP0153 MECÂNICA [TEORIA E LABORATÓRIO]
CONTEÚDO: Colisões em uma e duas dimensões. Conceitos fundamentais: sistema físico isolado e não isolado, estado inicial, intermediário e final. Momento linear e sua conservação, aplicações. Colisão elástica e inelástica: energia cinética e sua conservação. Experimentos e aplicações. Energia potencial e interações independentes do tempo. Conservação da energia mecânica; aplicações. Energia interna e conservação da energia total. Princípios de conservação e leis de Newton: trabalho, potência e impulso. Análise de fenômenos físicos: aproximações necessárias e/ou convenientes. Sistema massa-mola. Pêndulo simples. Interações centrais e conservação do momento angular. Torque e momento angular. Experimentos e aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: FAP0151.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

FEP0156 GRAVITAÇÃO
CONTEÚDO: Do universo geocêntrico ao heliocêntrico. Leis de Kepler. Momento angular e sua conservação. Teoria newtoniana. Massa inercial e gravitacional. Campo e potencial gravitacional. Limites da teoria newtoniana. Atualidade da questão.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 2 horas, 2 créditos.

FGE0270 ELETRICIDADE I [TEORIA E LABORATÓRIO
CONTEÚDO: 1. Eletrostática. Introdução histórica; a lei de Coulomb; a unidade de carga; valores usuais de carga. O campo elétrico. Lei de Gauss. Campos elétricos em condutores. Potencial elétrico. Campo elétrico como gradiente do potencial. Voltagens características em certos sistemas. Circuitos elétricos. A lei de Ohm. 2. Magnetismo. Campo

magnético. O fluxo de campo magnético. A força de Lorentz. A lei de Biot--Savart. A lei de Ampère. 3. Indução eletromagnética. A lei de Faraday. A lei de Lenz.)
PRÉ-REQUISITOS: FAP0152.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

FMT0159 TERMODINÂMICA I [TEORIA E LABORATÓRIO]
CONTEÚDO: Conceito de estado e as variáveis macroscópicas. Sistemas isolados e paredes. Equilíbrio térmico e temperatura. Propriedades térmicas dos materiais e termômetros. A natureza do calor. Quantidade de calor. Calor específico. Calor latente. A condução de calor. Primeira lei da termodinâmica. Experiências de determinação do equivalente mecânico da caloria. Propriedades dos gases ideais. Transformação de estado; equação de estado; energia interna e capacidade térmica molar dos gases ideais. Transformações adiabáticas. Determinação experimental da relação c_p/c_v. Ciclos e máquinas térmicas, moto perpétuo, disponibilidade da energia. A segunda lei da termodinâmica e a equivalência de enunciados na análise de motores térmicos e refrigeradores. A escala termodinâmica de temperatura. Entropia. Processos reversíveis e irreversíveis. O princípio do aumento da entropia.
PRÉ-REQUISITOS: FAP0153 + MAT0135.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

Ementas das Disciplinas dos Blocos de Optativas do IME para o Curso de Licenciatura

MAC0122 PRINCÍPIOS DE DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS
OBJETIVOS: Estudo, através de exemplos, da correção, da análise de eficiência e do desenvolvimento de algoritmos e de suas estruturas de dados básicas.
CONTEÚDO: Alguns exemplos de algoritmos usando pilhas e filas. Introdução aos conceitos de listas ligadas e ponteiros. Algoritmos recursivos. Busca, inserção e remoção em vetores e listas ligadas. Busca binária. Algoritmos de ordenação (inserção, seleção, mergesort, heapsort, quicksort, etc). Algoritmos de casamento de padrões. Alguns exemplos de algoritmos de enumeração e otimização sobre seqüências. Prova informal da correção de algoritmos. Estudo empírico da eficiência de algoritmos.
PRÉ-REQUISITOS: MAC0110.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAC0212 LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO
OBJETIVOS: Estudo de estruturas de dados básicas e introdução do conceito de ambientes de programação.
CONTEÚDO: Arquivos em disco e sua manipulação. Organização de diretórios. Ambientes de programação. Bibliotecas de rotinas. Estudo de estruturas de dados básicas. Sistemas gerenciadores de bancos de dados. Uso de processadores de texto científico.
PRÉ-REQUISITOS: MAC0122.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas de aulas teóricas e 2 horas de laboratório; 6 créditos.

MAC0228 COMBINATÓRIA E GRAFOS
OBJETIVOS: Desenvolver o raciocínio em matemática discreta através de tópicos de combinatória e de teoria dos grafos. Resolver problemas que envolvem os conteúdos citados. Mostrar a importância da combinatória e da teoria dos grafos como ferramentas.
CONTEÚDO: Permutações, combinações, identidades binomiais, aplicações em várias áreas. Princípio da inclusão--exclusão. Fórmulas de recorrência simples. Conceitos básicos em grafos: caminhos, circuitos, árvores, colorações. Algoritmos envolvendo caminhos, circuitos, árvores e colorações. Planaridade (idéias); fórmula de Euler. O teorema das quatro cores. Noções da teoria de Ramsey.
PRÉ-REQUISITOS: MAC0110 e MAT0120 e MAT0230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAE0217 ESTATÍSTICA DESCRITIVA
OBJETIVOS: Possibilitar ao aluno um primeiro contato com dados reais e com a principais técnicas de análise exploratória de dados. Introduzir o uso de pacotes estatísticos.
CONTEÚDO: 1. Análise exploratória de dados a nível unidimensional, bidimensional e multidimensional. 2. Uso de pacotes estatísticos incluindo a criação e manipulação de bancos de dados.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAE0221 PROBABILIDADE I
OBJETIVOS: Estudo completo das principais distribuições de probabilidade.
CONTEÚDO: Construção de modelos probabilísticos. Variáveis e vetores aleatórios. Esperança matemática e funções geradoras. Estudo das principais distribuições de probabilidade, uni e multivariadas.
REQUISITOS RECOMENDADOS: MAE1512
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

MAE0228 NOÇÕES DE PROBABILIDADE E PROCESSOS ESTOCÁSTICOS
OBJETIVOS: Fornecer aos estudantes noções básicas de probabilidade e processos estocásticos.
CONTEÚDO: Probabilidades em espaços amostrais discretos, probabilidade condicional e independência. Variáveis aleatórias discretas: binomial, hipergeométrica, geométrica e Poisson. Noções gerais sobre processos estocásticos. Cadeias de Markov a parâmetro discreto: definição, probabilidades de transição, classificação dos estados e medidas de

probabilidade invariantes. Processo de Poisson: propriedades e aplicações. Noções de cadeias de Markov a parâmetro contínuo.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAE0311 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA
OBJETIVOS: Estudo dos problemas de estimação e testes de hipóteses.
CONTEÚDO: Amostras e distribuições amostrais. Estimação pontual. Suficiência. Estimação por intervalo. Testes de hipóteses. Outros tipos de inferência.
REQUISITOS RECOMENDADOS: MAE0221 + MAT0211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

MAP0335 ELEMENTOS DE MODELAGEM
OBJETIVOS: A partir de problemas concretos das áreas de ciências exatas, humanas e biológicas, desenvolver alguns projetos envolvendo aplicações elementares de matemática, apresentando, em cada um deles, modelo(s) matemático(s), teoria básica envolvida e visualização gráfica e/ou numérica com o auxílio de algum ``software". Desenvolvimento de um projeto final envolvendo os diversos modelos e conceitos abordados nos projetos anteriores.
CONTEÚDO: **Tema 1:** Cônicas e quádricas. *Conceitos teóricos*: Parâmetros e variáveis. Intersecção em função dos parâmetros: diagrama de bifurcações. Representações gráficas. **Tema 2**: Teoria de matrizes. *Conceitos teóricos*: Matrizes especiais. Propriedades espectrais. Série de matrizes. Decomposições. **Tema 3**: Matemática discreta nas ciências exatas, humanas e biológicas. *Conceitos teóricos*: Sequências. Equações de recorrência. Equações de diferença lineares a coeficientes constantes: polinômio característico, solução geral, solução particular, pontos de equilíbrio, estabilidade de Liapunov, órbitas periódicas, estabilidade estrutural. **Tema 4**: Equações diferenciais ordinárias nas ciências exatas, humanas e biológicas. *Conceitos teóricos*: Equações diferenciais ordinárias lineares de 1ª e 2ª ordem a coeficientes constantes e sistemas lineares de 1ª ordem em dimensão 2: polinômio característico, solução geral, problema de Cauchy, problema de contorno, pontos de equilíbrio. Equações diferenciais ordinárias não-lineares: método de Frobenius, análise harmônica. **Tema 5:** Aproximação de derivadas do ponto de vista geométrico e aplicação às equações diferenciais ordinárias. *Conceitos teóricos*: Aproximação de curvas especiais dadas por equação diferencial ordinária não linear: catenária, isocrônica e tractrix. Aproximação de solução de problemas de Cauchy. Aproximação de solução de problemas de contorno. **Tema 6**: Conceito de energia e momento do ponto de vista matemático. *Conceitos teóricos*: Curvas de nível. Conjuntos invariantes. Ciclos limites. Atração e repulsão. Estabilidade. Retrato de fase.
PRÉ-REQUISITOS: MAC0110 + MAT1352 + MAT0134.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0130 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS E APLICAÇÕES
OBJETIVOS: Nesta disciplina é mais importante apresentar aplicações reais, exemplos de modelos para problemas ambientais, ou de programação de epidemias etc., do que provar teoremas ou ir longe com a teoria. Usando linguagem de álgebra linear e alguns teoremas desta pode-se alcançar vários objetivos ao mesmo tempo, mas sem pressupor mais do que conhecimentos rudimentares de Álgebra Linear e conhecimentos de Cálculo I e II.
CONTEÚDO: 1. Equações de 1ª ordem. Teorema de existência e unicidade (enunciado). Métodos elementares de resolução. Estudo de modelos referentes à biologia, física, dinâmica populacional, geometria, etc. 2. Equações de 2ª ordem. Caso linear. Estudo de modelos de mola, do pêndulo, leis de Kepler, etc. 3. Sistemas lineares em R^2. Classificação dos homogêneos com coeficientes constantes: poço, sela, etc. 4. Sistemas autônomos em R^2. Retrato de fase. Pontos críticos. Órbitas periódicas. Teorema de Poincaré-Bendixon (enunciado). Estudo de modelos tais como competição entre duas espécies, predador-presa, desenvolvimento de epidemias.
PRÉ-REQUISITOS: MAT1352.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0214 TÓPICOS DE ÁLGEBRA
OBJETIVOS: Introduzir o estudante às estruturas algébricas básicas.
CONTEÚDO: 1. Grupos, grupo quociente; homomorfismos, grupos cíclicos; grupos de permutações; grupo alternado. 2. Anéis de integridade; corpos, homomorfismo; corpo de frações de um anel de integridade. 3. Construção de um anel de polinômios com uma indeterminada; funções polinomiais; corpo de frações racionais.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0134
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0223 INTRODUÇÃO À TEORIA DOS NÚMEROS
OBJETIVOS: Estudo da divisibilidade descritiva, números primos, algumas equações diofantinas.
CONTEÚDO: 1. Divisibilidade, decomposição em primos. Conseqüências. 2. Lei de reciprocidade quadrática. 3. Funções aritméticas. 4. Algumas equações diofantinas.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0232 GEOMETRIA LINEAR
OBJETIVOS: Apresentar os fundamentos da geometria afim, da geometria das semelhanças, da geometria euclideana e da geometria projetiva pela álgebra linear. Introduzir o aluno à idéia da geometria subordinada a um grupo de transformações.
CONTEÚDO: Espaços afins sobre um corpo *K*, variedades lineares, paralelismo, baricentro, coordenadas afins; espaços afins sobre *R*, semi-espaços, convexidade, simplexos, orientação do espaço. Transformações afins; espaços afins euclidianos, variedades lineares ortogonais, projeção ortogonal. Semelhanças e movimentos rígidos. Volume de *n*-simplexos, invariança por movimentos rígidos. Ângulos, grupo dos ângulos, funções trigonométricas, medida de ângulos. Axiomas e modelos da geometria euclideana. Classificação dos movimentos rígidos no plano e no espaço. Espaço projetivo associado a um espaço afim. Espaço projetivo como quociente de um espaço vetorial; variedades lineares projetivas, coordenadas homogêneas; grupo projetivo. Dualidade. Classificação projetiva, afim e métrica das quádricas, modelos da geometria não euclideana.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0134.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0233 TÓPICOS DE GRUPOS E APLICAÇÕES
OBJETIVOS: Noções básicas da teoria de grupos e aplicações, incluindo os grupos de simetria.
CONTEÚDO: Grupos. Grupos cíclicos. Produto direto. Subgrupos. Classes laterais. Teorema de Lagrange. Subgrupos normais. Grupos quociente. Grupos de permutações. Homomorfismos. Primeiro Teorema do Homomorfismo. Teorema da Cayley. Grupos finitos em dimensão 2 e 3: transformações ortogonais, grupos de rotação, classificação. Grupos de ponto de primeira espécie. Grupos de ponto de segunda espécie. Grupos reticulados. Grupos de ponto cristalográficos.
PRÉ-REQUISITOS: MAT-120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0349 INTRODUÇÃO À LÓGICA
OBJETIVOS: Dar o conhecimento essencial do cálculo proposicional e de predicados de 1ª ordem aos estudantes de licenciatura em matemática.
CONTEÚDO: Breve digressão histórica. Cálculo proposicional. Fórmulas tautológicas, contra-válidas e indeterminadas. Redução do número de conectivos. Problema de Post. Álgebra dos interruptores. Argumentos válidos. Teorema da dedução. Axiomatização do cálculo proposicional. Cálculo de predicados. Quantificadores. Fórmulas. Argumentos. Axiomatização do cálculo de predicados de 1ª ordem. Noção sobre teorias formalizadas.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0412 COMPLEMENTOS DE MATEMÁTICA ELEMENTAR
OBJETIVOS: Discussão de literatura didática disponível.
CONTEÚDO: Esta disciplina não tem programa fixo. Deve ser organizada na forma de seminário com a participação dos alunos e o objetivo de analisar, do ponto de vista matemático e didático, uma amostra da literatura existente para o ensino de matemática no nível médio.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: Seminários com 4 horas, 4 créditos.

MAT0430 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA II
OBJETIVOS: Apresentar e propiciar aos alunos uma reflexão sobre a evolução dos conceitos e aplicações da Matemática a partir do Renascimento.
CONTEÚDO: A matematização da ciência no Renascimento. Motivações para o cálculo no século XVII. Antecipações nos trabalhos de Descartes, Fermat e Pascal. Os trabalhos de Newton e Leibniz. O cálculo no século XVIII; os Bernoulli e Euler. O conceito de função. O trabalho com séries. As equações diferenciais. A geometria não-euclideana: Gauss, Bolyai e Lobatchevsky. A geometria diferencial de Gauss e Riemann. Os progressos na álgebra: Lagrange, Ruffini, Abel, Cauchy

e Galois. O desenvolvimento da abstração em álgebra na Inglaterra no século XIX. Complexos e quatérnios: o trabalho de Hamilton. Sistemas hipercomplexos; matrizes e grupos abstratos. A aritmetização da análise; contruções do corpo real: Cauchy, Weierstrass e Dedekind.
PRÉ-REQUISITO: MAT0341
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0450 SEMINÁRIO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
OBJETIVOS: Dar aos alunos da Licenciatura oportunidade para um trabalho criativo. É dada ênfase à participação ativa do aluno.
CONTEÚDO: Estudo de problemas abordando temas da Matemática Elementar.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.

MAT0451 PROJETO DE ENSINO DE MATEMÁTICA
OBJETIVOS: Dar oportunidade para que o aluno articule as disciplinas pedagógicas e de conteúdo matemático na elaboração de um projeto de ensino.
CONTEÚDO: Escolha e justificativa do tema. Planejamento do trabalho. Levantamento bibliográfico e de material pertinente à pesquisa. Estudo do tema. Redação final.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 8 créditos.

CALENDÁRIO ESCOLAR DE 2002

Janeiro

- 7 e 8 - Inscrição de graduados de nível superior nas eventuais vagas remanescentes do Processo de Transferência 2002. (realizado em 2001) e estudantes especiais.
- 11 - Data máxima para cadastramento, das Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 2º semestre de 2001 no Sistema Júpiter.
- 23 - A Pró-Reitoria de Graduação encaminhará às Unidades, listas de alunos desligados no 1º e 2º semestre de 2001 para conferência e definição do número de vagas para o Processo de Transferência 2003.
- 24 - Data máxima para cadastramento das matrículas no Sistema Júpiter.
- 28 a 30 - Seleção, no Sistema Júpiter, de alunos inscritos em disciplinas optativas oferecidas nos termos da Resolução CoG 4749/00.

Fevereiro

- 8 - Data máxima para solicitação de aproveitamento de estudos (dispensa).
- 8 - Data máxima para que os docentes entreguem as Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) dos alunos que realizaram as provas de recuperação.
- 11 e 12 - Carnaval. Não haverá aula.
- 13 - Quarta-feira de cinzas. Não haverá aula.
- 18 e 19 - Matrícula dos ingressantes em 1ª chamada pela FUVEST.
- 20 - Data máxima para cadastramento das notas da recuperação, no Sistema Júpiter.
- 25 - Matrícula dos ingressantes em 2ª chamada pela FUVEST.
- 25 - **INÍCIO DAS AULAS.**

Março

- 1º - Matrícula dos ingressantes em 3ª chamada pela FUVEST.
- 4 - Data máxima para matrícula de estudantes especiais, graduados e outros que não se enquadrem nas hipóteses de matrícula dos atuais alunos.
- 4 - Data máxima para aprovação de eventuais pedidos de RETORNO AO CURSO.
- 4 - Data máxima para divulgação e comunicação, à Pró-Reitoria de Graduação, do número de vagas por curso e critérios de seleção para transferência interna (entre diferentes cursos de uma mesma Unidade e cursos afins de outras Unidades).
- 5 a 8 - **PERÍODO DE CONFIRMAÇÃO DE MATRÍCULA PARA OS INGRESSANTES CONVOCADOS PELA FUVEST ATÉ A 3ª CHAMADA.** É obrigatório o comparecimento do próprio aluno no Serviço de Graduação de sua Unidade.
- 8 - Data máxima para divulgação dos resultados de aproveitamento de estudos (dispensa).
- 8 - Data máxima para cadastramento de eventuais correções da Lista de Avaliação Final (freqüências e notas) do 2º semestre de 2001.
- 11 a 14 - Inscrição para Transferência Interna. (Somente para as Unidades que não realizaram transferência interna antecipadamente).
- 11 a 15 - **PERÍODO DE RETIFICAÇÃO DE MATRÍCULA DOS ATUAIS ALUNOS.**
- 18 - Matrícula dos ingressantes pela lista de espera da FUVEST.
- 25 a 30 - Semana Santa. Não haverá aulas.

Abril

- 12 - Data máxima para divulgação dos resultados da Transferência Interna e comunicação, à Pró-Reitoria de Graduação, do número de vagas por curso, para o Processo de Pré-Seleção da Transferência Externa.
- 25 - Data máxima para trancamento de matrícula em disciplinas.
- 26 - Data máxima para que as Unidades encaminhem propostas de disciplinas a serem ministradas entre períodos letivos regulares (disciplinas intersemestrais de julho).
- 30 - Data máxima para publicação do Edital com os critérios para a prova de Pré-Seleção, a ser realizada pela FUVEST, para a transferência externa de 2003.

Maio

- 1º - Dia do Trabalho. Não haverá aula.
- 10 - Data máxima para que as Unidades finalizem entendimentos sobre oferecimento de disciplinas a outras Unidades.
- 14 - Data máxima para publicação dos editais de transferências contendo os critérios para a segunda etapa das provas a serem realizadas nas Unidades.
- 17 - Data máxima para entrega, ao Serviço de Graduação, dos horários das disciplinas e respectivas turmas para o 2º semestre.
- 30 - Corpus Christi. Não haverá aula.
- 31 e 01/6 - Recesso Escolar. Não haverá aula.

Junho

- 7 - Data máxima para cadastramento de turmas para a matrícula do 2º semestre, no Sistema Júpiter.
- 7 - Data máxima para que as Unidades cadastrem, no Sistema Júpiter, as alterações que devam integrar as estruturas curriculares de 2003.
- 13 - Data máxima para cadastramento, no Sistema Júpiter, de quaisquer alterações que devam integrar as Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 1º semestre.
- 13 e 14 - Inscrição para estudantes especiais.
- 17 a 28 - **MATRÍCULA DOS ALUNOS para o 2º semestre.**
- 21 - Data máxima para que as Unidades encaminhem, à Pró-Reitoria de Graduação, as alterações das estruturas curriculares de 2003.
- 29 - **ENCERRAMENTO DAS AULAS.**

Julho

- 10 - Data máxima para entrega, pelos docentes, das Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 1º semestre, nas Unidades.
- 19 - Data máxima para cadastramento das matrículas no Sistema Júpiter.
- 19 - Data máxima para solicitação de aproveitamento de estudos (dispensa).
- 19 - Data máxima para cadastramento das Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 1º semestre, no Sistema Júpiter.
- 22 e 23 - Seleção, no Sistema Júpiter, de alunos inscritos em disciplinas optativas oferecidas nos termos da Resolução CoG 4749/00.
- 26 - Data máxima para que os docentes entreguem as Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) dos alunos que realizaram as provas de recuperação.

Agosto

- 2 - Data máxima para cadastramento das notas da recuperação, no Sistema Júpiter.
- 5 - **INÍCIO DAS AULAS.**
- 5 a 16 - **PERÍODO DE RETIFICAÇÃO DE MATRÍCULA DOS ALUNOS, para o 2º semestre.**
- 9 - Data máxima para matrícula de estudantes especiais.
- 12 - Data máxima para cadastramento de eventuais correções da Lista de Avaliação Final (freqüências e notas) do 1º semestre de 2002.
- 12 - Data máxima para divulgação dos resultados de aproveitamento de estudos (dispensa).

Setembro

- 2 a 7 - Semana da Pátria. Não haverá aula.
- 27 - Data máxima para trancamento de matrícula em disciplinas.

Outubro

- 7 - Data máxima para que as Unidades encaminhem propostas de disciplinas a serem ministradas entre períodos letivos regulares (disciplinas intersemestrais de dezembro/2002, janeiro e fevereiro/2003).
- 12 - Dia da Padroeira do Brasil. Não haverá aula.
- 18 - Data máxima para entrega, ao Serviço de Graduação, dos horários de aulas das disciplinas e respectivas turmas para o 1º semestre de 2003.

Novembro

- 1º - Recesso escolar. Não haverá aula.
- 2 - Finados. Não haverá aula.
- 14 - Data máxima para cadastramento de turmas para matrícula do 1º semestre de 2003, no Sistema Júpiter.
- 14 - Data máxima para cadastramento, no Sistema Júpiter, de quaisquer alterações que devam integrar as Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 2º semestre.
- 15 - Proclamação da República. Não haverá aula.
- 16 - Recesso escolar. Não haverá aula.
- 29 - Prazo máximo para as Unidades que farão transferência interna (do Processo de Transferência 2004) antecipada (para início no 1º semestre de 2003) definirem o Calendário desta transferência e comunicarem à Pró-Reitoria de Graduação.

Dezembro

- 2 a 13 - **PERÍODO DE MATRÍCULA DOS ALUNOS para o 1º semestre de 2003.**
- 14 - **ENCERRAMENTO DAS AULAS.**
- 20 - Data máxima para entrega, pelos docentes, das Listas de Avaliação Final (freqüências e notas) do 2º semestre, nas Unidades.

ANEXO JJ

PARTE DO CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO DE 2009 DO IME DA USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA



CATÁLOGO DE GRADUAÇÃO 2009

vetorial no IR^3 e o cálculo do volume como produto misto. Cálculo de volumes através de integrais. Estudo das quádricas. Cálculo de áreas de superfícies de revolução.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: 1. G.F. Simmons, CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA, Vol: I, McGraw-Hill. 2. P. Boulos e I. Camargo, INTRODUÇÃO À GEOMETRIA ANALÍTICA NO ESPAÇO, Makron Books.

MAT0143 CÁLCULO PARA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
OBJETIVOS: Estudo das funções de uma variável real e suas aplicações às ciências biológicas.
CONTEÚDO: 1. Funções elementares de uma variável real; função exponencial e função logarítmica; funções trigonométricas. Noções de limite e continuidade. 2. Derivado e diferencial; regras de derivação: taxa de variação; aplicações às ciências biológicas. 3. Teorema do valor médio e aplicações. Estudos de funções: crescimento e decrescimento, máximos e mínimos, concavidade, pontos de inflexão e assíntotas. 4. Integral indefinida e integral definida. Técnicas de integração. Teorema Fundamental do Cálculo e Aplicações. 5. Noções de equações diferenciais e aplicações às ciências biológicas.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J.Stewart. CÁLCULO, volume I, Editora Pioneira - Thompson Learning, São Paulo 2001. Hughes-Hallett, D et alli, CÁLCULO, volume I, Editora Blücher Ltda, São Paulo, 1999. E.Batschelet, INTRODUÇÃO À MATEMÁTICA PARA BIOCIENTISTA, EDUSP, 1978. P. Boulos, INTRODUÇÃO AO CÁLCULO, vols. I-II, Edgard Blücher, 1973–78. S.I. Grossman, J.E. Turner, MATHEMATICS FOR THE BIOLOGICAL SCIENCES, MacMillan, New York, 1974.

MAT0144 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I PARA OCEANOGRAFIA
OBJETIVOS: Familiarizar o aluno com as noções de limite; derivada e integral de funções de uma variável destacando aspectos geométricos e interpretações físicas.
CONTEÚDO: Funções polinomiais e racionais. Funções trigonométricas. Funções exponenciais. Função composta e função inversa. Limite: noção intuitiva, propriedades algébricas, teoremas do confronto. Continuidade. Derivadas: definição, interpretações geométricas e físicas, regras de derivação, regra de cadeia derivada da função inversa e derivação implícita. Teorema do Valor Médio. Regras de L'Hospital Gráfico. Resolução de problemas de máximos e mínimos. Integral de Reimann. Técnicas de Integração. Aplicações: cálculos de volumes e revolução, comprimento de curvas.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I. Stewart, Calculus, 4 th ed, Thomson, 2001. H.L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, vol. I e II, 5ª. Ed., LTC, 2002. G.F. Simmons, Cálculo com Geometria Analítica, vol. I Mc. Graw-Hill, 1987. M. Spivak, Calculus, Benjamin, 1967.

MAT0145 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II PARA OCEANOGRAFIA
OBJETIVOS: Geometria analítica; curvas no R2 e no R3. Cálculo diferencial de funções de duas ou mais variáveis.
CONTEÚDO: Sistemas de coordenadas ortogonais em R3. Produto escalar. Produto vetorial. Equações de retas e planos. Curvas no R2 e R3. Representação paramétrica. Funções de duas e três variáveis reais, curvas de nível e gráficos, limites, continuidade, derivadas parciais e direcionais, diferenciabilidade, plano tangente. Gradiente. Regra de cadeia. Teorema do Valor Médio. Derivadas de ordem superior. Teorema de Schwarz. Máximos e mínimos. Critérios do Hessiano (enunciado). Multiplicadores de Lagrange.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0144.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I. Stewart, Calculus, 4 th ed, Thomson, 2001. H.L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, vol. I e II, 5ª. Ed., LTC, 2002.

MAT0146 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I PARA ECONOMIA
OBJETIVOS: Estudo de funções de uma variável real: limites e gráficos. Estudo inicial das funções de duas ou mais variáveis: limites e derivadas parciais.
CONTEÚDO: Funções elementares de uma variável (polinomiais, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas, etc.). Limites e continuidade. Derivadas e Regra da Cadeia. Teorema do Valor Médio. Aplicações das derivadas: máximos e mínimos, gráficos. Vetores no espaço. Coordenadas cartesianas retangulares no espaço. Distância entre dois pontos. Componentes de um vetor. Adição de vetores. Multiplicação de um vetor por um número real. Produto escalar. Equações da reta e do plano no espaço. Curvas no plano e no espaço. Conjuntos abertos e fechados no R2 e no R3. Funções de duas ou mais variáveis: limites, continuidade e derivadas parciais.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA: H. Anton, CÁLCULO, um novo horizonte, vols. 1-2, Ed. Bookman, 2000.* H. L. Guidorizzi, UM CURSO DE CÁLCULO, vols 1-2, LTC Editora, 2001. *J. Stewart, CÁLCULO, vols 1-2, Ed. Pioneira, Thomson Learning, 2001. *S. T. Tan, MATEMÁTICA APLIADA À ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA, Ed. Pioneira, Thomson Learning, 2001.*G. Thomas, CÁLCULO, vols 1-2, Ed. Addison Wesley, 2003.

MAT0147 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II PARA ECONOMIA
OBJETIVOS: Estudo de funções de duas ou mais variáveis em problemas de otimização. Estudo da integração de funções de uma variável e aplicações.
CONTEÚDO: Diferenciabilidade de funções de duas ou mais variáveis: plano tangente, gradiente, Regra da Cadeia, máximos e mínimos locais, máximos e mínimos condicionados; métodos dos Multiplicadores de Lagrange; polinômio de Taylor. Integração: Integrais indefinidas, técnicas de integração, integrais definidas, Teorema Fundamental do Cálculo e aplicações; integrais impróprias.

PRÉ-REQUISITO: MAT0146.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA: H. Anton, CÁLCULO, um novo horizonte, vols. 1-2, Ed. Bookman, 2000.* H. L. Guidorizzi, UM CURSO DE CÁLCULO, vols 1-2, LTC Editora, 2001. *J. Stewart, CÁLCULO, vols 1-2, Ed. Pioneira, Thomson Learning, 2001. *S. T. Tan, MATEMÁTICA APLIADA À ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA, Ed. Pioneira, Thomson Learning, 2001.*G. Thomas, CÁLCULO, vols 1-2, Ed. Addison Wesley, 2003.

MAT0148 INTRODUÇÃO AO TRABALHO CIENTÍFICO
OBJETIVOS: Aplicar os conteúdos matemáticos vistos no curso e entrar em contato com novos conteúdos através de um trabalho semestral de Iniciação Científica ou de estágio junto à empresa pública ou privada
CONTEÚDO: Cabe ao aluno, de comum acordo com o orientador ou supervisor do estágio, fazer um projeto de trabalho que pode aprofundar temas vistos no curso, abordar áreas da Matemática do interesse do aluno ou utilizar ferramentas matemáticas na solução de problemas.
CARGA HORÁRIA E NÚMEROS DE CRÉDITOS: 0 horas, 10 créditos-trabalho.

MAT0205 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III
OBJETIVOS: Estudo do Cálculo Vetorial Diferencial e Integral em R^2 e R^3 e aplicações.
CONTEÚDO: 1. Integração dupla e tripla. Teorema de Fubini (enunciado). Mudança de variáveis: polares, cilíndricas e esféricas. 2. Curvas e superfícies parametrizadas R^2 e R^3. 3. Campos de vetores. Gradiente, divergente e rotacional. 4. Integrais de linha, de superfícies e de volume; mudança de variáveis e independência do caminho. 5. Teoremas de Green, Gauss e Stokes R^2 e R^3. Campos conservativos. 6. Aplicações: Equações de balanço e leis de conservação (Navier-Stokes, Maxwell, etc.).
PRÉ-REQUISITO: MAT0121 + MAT0112
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T. M. Apostol, *CÁLCULO*, Ed. Reverté * R. Courant, CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, Vol. II, Globo, Rio de Janeiro, 1951-56 * M. Forger, Notas de aula * H. L. Guidorizzi, UM CURSO DE CÁLCULO, vol. III, Livros Técnicos e Científicos, 1987 * W. Fiilks, *ADVANCED CALCULUS*,. Wiley, 1963 * S. Lang, CALCULUS OF SEVERAL VARIABLES, 3ª edição, Springer Undergraduate Texts, 1987.

MAT0206 ANÁLISE REAL
OBJETIVOS: Introduzir conceitos básicos da análise real, visando tornar os estudantes familiarizados coma linguagem formal e técnicas de demonstração em Matemática.
CONTEÚDO: 1. Números reais: introdução axiomática. Seqüências numéricas. Limites superior e inferior. Seqüências de Cauchy. Seqüências limitadas e monótonas limitadas. Intervalos encaixantes. 2. Continuidade: teoremas do anulamento, do máximo e do mínimo, preservação da conexidade. Continuidade por seqüências. Continuidade uniforme. 3. Derivabilidade: diferencial e teorema do valor médio. 4. Integral de Riemann: definição e exemplos especiais. Integrabilidade de funções contínuas e teorema fundamental do Cálculo. Critérios de integrabilidade. 5. Séries numéricas: critérios de convergência. 6. Seqüências e séries de funções convergência pontual e uniforme, teste-M de Weierstrass. Continuidade, integrabilidade e derivabilidade com convergência uniforme. 7. Séries de potências e propriedades.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0121.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: D. G. Figueiredo, ANÁLISE I, LTC, Rio de Janeiro, 1974 * E. L. Lima, ANÁLISE REAL, Coleção Matemática Universitária, IMPA, Rio de Janeiro, 1989 * M. Spivak, CALCULUS, Ed. Benjamin, New York, 1967.

MAT0208 CÁLCULO III
OBJETIVOS: Introdução ao estudo de curvas. Estudo de funções de duas e três variáveis reais: limites, derivadas parciais e integrais. Aplicações.
CONTEÚDO: 1. Rotação no plano e translação no plano e no espaço. 2. Curvas no plano e no espaço. 3. Funções de várias variáveis reais; gráficos; curvas de nível (para funções de duas variáveis); limite e continuidade; derivadas parciais; integrais duplas e triplas; mudança de coordenadas nas integrais duplas e triplas (introduzir coordenadas polares, cilíndricas e esféricas); cálculo de área e de volume.
PRÉ-REQUISITO: MAT0133
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITO: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, CÁLCULO, 2 vols., Reverte, Rio de Janeiro, 1983 R. Courant, CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, 2 vols., Globo, Rio de Janeiro, 1951-66 H.L. Guidorizzi, UM CURSO DE CÁLCULO, vols. II e III, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1985-87 W. Kaplan, CÁLCULO AVANÇADO, vol. I, Edgard Blücher, São Paulo, 1972 G.F. Simmons, CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA, vol.2, McGraw-Hill, São Paulo, 1988.

MAT0211 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III
OBJETIVOS: Cálculo diferencial e integral de funções de R^n em R^p e análise vetorial.
CONTEÚDO: Transformações de R^n em R^p. Teorema da função implícita em duas variáveis. Enunciados dos teoremas da função implícita e da função inversa. Regra da cadeia. Máximos e mínimos condicionados. Multiplicadores de Lagrange. Integrais duplas e triplas. Integrais de linha e de superfície. Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Campos conservativos. Seqüências e séries numéricas. Construção dos números reais.
PRÉ-REQUISITO: MAT0121
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, ELEMENTARY GEOMETRY FROM AND ADVANCED STANDPOINT, 2nd.Ed., Addison-Wesley, 1971; E.E. Moise & F.L. Downs, GEOMETRIA MODERNA, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971; A.V. Pogorelov, GEOMETRIA ELEMENTAR, Mir, Moscou, 1974; Th. Caronet, EXERCICES DE GÉOMÉTRIE, seis ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952; M.J. Greenberg, EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY - DEVELOPMENT AND HISTORY, Ed.w.h. Freeman, 1974; H. Eves, A SURVEY OF GEOMETRY, revised Ed., Allyn & Bacon, 1972; J. Petersen, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS Geométricas, 4 ed., Nobel, 1971; F.G. M., EXERCICES DE GÉOMÉTRIE - COURS DE MATHÉMATIQUES ELEMENTAIRES, Marsin A. Manme & Fils, 1907; R. Ramalho, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO, UFPE, CECINE, 1984; C.R. Wylie Jr., Foundations of Geometry, McGraw-Hill, 1964; B. Castrucci, LIÇÕES DE GEOMETRIA PLANA, 6 ed., Nobel, 1976.

MAT0231 ÁLGEBRA II PARA LICENCIATURA
OBJETIVOS: Trabalhar as propriedades dos anéis de polinômios e introduzir a necessidade de ampliação do corpo real.
CONTEÚDO: Anéis e corpos: definições e exemplos. Anéis de polinômios, funções polinomiais. Algoritmos de divisão. Teorema do Resto. *MMC* e *MDC* de polinômios. Raízes comuns a dois polinômios. Resultante de dois polinômios. Raízes múltiplas e derivadas formais. Resolução de equações de 3º e 4º graus. Polinômios irredutíveis. Fatoração em Q[X]. Conteúdo de um polinômio. Lema de Gauss e critério de Eisenstein. Raízes racionais de um polinômio em Q[X]. "Optativo ou como exercício": Raízes reais de polinômios em R[X]; métodos de Newton, Rolle e Sturm. Necessidade de ampliação do corpo real. Números complexos e o Teorema Fundamental da Álgebra. Raízes da unidade. Complexos construtíveis. Construção de polígonos regulares com régua e compasso. Os três problemas clássicos: quadratura do círculo, trissecção do ângulo e duplicação do cubo.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.H. Jacy Monteiro, POLINÔMIOS - DIVISIBILIDADE, Ed. Nobel, 1970; J.P. Tignol, GALOIS THEORY OF ALGEBRAIC EQUATIONS, Longma, Essex, 1988; S.P. Coelho & F.C. Polcino Milies M., NOTAS DE AULA, IME-USP; G. Birkhoff & S. MacLane, A SURVEY OF MODERN ALGEBRA, 4th ed., Macmillan, New York, 1977.

MAT0232 GEOMETRIA LINEAR
OBJETIVOS: Apresentar os fundamentos da geometria afim, da geometria das semelhanças, da geometria euclidiana e da geometria projetiva pela álgebra linear. Introduzir o aluno à idéia da geometria subordinada a um grupo de transformações.
CONTEÚDO: Espaços afins sobre um corpo *K*, variedades lineares, paralelismo, baricentro, coordenadas afins; espaços afins sobre *R*, semi-espaços, convexidade, simplexos, orientação do espaço. Transformações afins; espaços afins euclidianos, variedades lineares ortogonais, projeção ortogonal. Semelhanças e movimentos rígidos. Volume de *n*-simplexos, invariância por movimentos rígidos. Ângulos, grupo dos ângulos, funções trigonométricas, medida de ângulos. Axiomas e modelos da geometria euclidiana. Classificação dos movimentos rígidos no plano e no espaço. Espaço projetivo associado a um espaço afim. Espaço projetivo como quociente de um espaço vetorial; variedades lineares projetivas, coordenadas homogêneas; grupo projetivo. Dualidade. Classificação projetiva, afim e métrica das quádricas, modelos da geometria não euclidiana.
PRÉ-REQUISITOS: Para LIC: MAT0134. Para BM: MAT0122. Para BMA: MAT0122.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: N. Kuiper, LINEAR ALGEBRA AND GEOMETRY, North-Holland, 1962 A.A. Martins Rodrigues, ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA EUCLIDEANA, 3 ed., IPM-USP, 1970.

MAT0233 TÓPICOS DE GRUPOS E APLICAÇÕES
OBJETIVOS: Noções básicas da teoria de grupos e aplicações, incluindo os grupos de simetria.
CONTEÚDO: Grupos. Grupos cíclicos. Produto direto. Subgrupos. Classes laterais. Teorema de Lagrange. Subgrupos normais. Grupos quociente. Grupos de permutações. Homomorfismos. Primeiro Teorema do Homomorfismo. Teorema da Cayley. Grupos finitos em dimensão 2 e 3: transformações ortogonais, grupos de rotação, classificação. Grupos de ponto de primeira espécie. Grupos de ponto de segunda espécie. Grupos reticulados. Grupos de ponto cristalográficos.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.C. Grove and C.T. Benson, FINITE REFLECTION GROUPS, 2nd. ed., Springer, 1985 W. Miller Jr., SYMMETRY GROUPS AND THEIR APPLICATIONS, Academic Press, 1972 M.A. Armstrong, GROUPS AND SYMMETRY, Springer, 1988.

MAT0234 ANÁLISE MATEMÁTICA I
OBJETIVOS: Desenvolver diversas técnicas de análise e dar suas aplicações à análise clássica (séries de Fourier, problemas de equações diferenciais parciais).
CONTEÚDO: Integral de Riemann-Stieltjes, integral de Riemann e critérios de integrabilidade. Teoremas da média para integral de Riemann-Stieltjes e a integral de Riemann. Integrais impróprias dependendo de um parâmetro. Medida e integral de Lebesgue. Teoremas de convergência e aplicações. Integrais dependendo de um parâmetro. Teoremas de Fubini e Tonelli. Funções de variação limitada; Teoremas de representação. Teorema de Lebesgue sobre diferenciação e integração. Espaços L_p e L_∞. Transformação de Fourier.
PRÉ-REQUISITOS: Para BMA: MAP0215 + MAP0216. Para BMAC: MAP0216+MAT3120. Para BM: MAT0205+MAT0206.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: T.M. Apostol, MATHEMATICAL ANALYSIS: A MODERN APPROACH TO ADVANCED CALCULUS, 2ª ed., Addison-Wesley, 1977 * C.S. Hönig, A INTEGRAL DE LEBESGUE E SUAS APLICAÇÕES, 11º Colóq. Bras. Matem., CNPq, 1977 * C.S. Hönig, ANÁLISE MATEMÁTICA I, IME-USP, São Paulo, 1978 * A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, ELEMENTOS DE LA

TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCIONAL, Mir, Moscou, 1972 * E.G. Poznyak, Z.A. Ilyin, FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL ANALYSIS (part II), Mir, Moscou, 1982 * H.L. Royden, REAL ANALYSIS, 2ª ed., Macmillan, New York, 1968.

MAT0240 GEOMETRIA E DESENHO GEOMÉTRICO II
OBJETIVOS: Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre figuras geométricas no espaço. Destacar o papel da medida, através de uma construção axiomática das funções área e volume. Desenvolver, ao longo do conteúdo do programa, o raciocínio geométrico envolvido nas construções geométricas com régua e compasso, bem como salientar o caráter.
CONTEÚDO: A função área: áreas de figuras geométricas planas. Diedros, triedros e poliedros. Poliedros regulares. Prismas, pirâmides. Cilindros, cones e esferas. A função volume: volumes de figuras geométricas no espaço. Secções cônicas. Estudo da solubilidade de construções com régua e compasso (problemas clássicos da Antigüidade, ciclotomia).
PRÉ-REQUISITOS: MAT0230
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas-aula, 4 créditos-aula; 2 horas-trabalho, 1 crédito-trabalho.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.E. Moise, ELEMENTARY GEOMETRY from an Advanced Standpoint, Addison-Wesley, 1971; E.E. Moise, F.L. Downs, GEOMETRIA MODERNA, 2 vols., Edgard Blücher, São Paulo, 1971; A.V. Pogorelov, GEOMETRIA ELEMENTAR, Mir, Moscou, 1974; Th. Caronet, EXERCICES DE GÉOMÉTRIE, 6 ed., Librairie Vuibert, Paris, 1952; M.J. Greenberg, EUCLÍDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY - DEVELOPMENT AND HISTORY, W.H.Freeman, 1974; H. Eves, A SURVEY OF GEOMETRY, revised ed., Allyn & Bacon, 1972; J. Petersen, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS, 4 ed., Nobel, 1971 F. G. M., EXERCICES DE GÉOMÉTRIE. COURS DE MATHEMATIQUES ELEMENTAIRES, Marsin A. Manme & Fils, 1907; R. Ramalho, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM RÉGUA E COMPASSO, UFPe, CECINE, 1984; C.R. Wylie Jr., Foundations of Geometry, McGraw-Hill, 1964; B. Castrucci, GEOMETRIA - CURSO MODERNO, vols. 1, 2, 3, 3 ed., Nobel, 1976.

MAT0244 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III PARA OCEANOGRAFIA
OBJETIVOS: Cálculo integral de funções de duas e três variáveis. Interpretações físicas da integral.
CONTEÚDO: Integrais duplas e triplas. Mudança de variável em integrais. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Integrais curvilíneas e de superfícies. Teorema de Green, Gauss e Stokes. Interpretações físicas do gradiente, divergentes e rotacionais. Aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0145.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA. J. Bouchara, V. Carrara, A Hellmeister e R. Salvitti, Cálculo Integral Avançado, 1ª ed., EDUSP, 1997. W. Kaplan, Cálculo Avançado, vol. I, Edgard Blücher, 1972, Stewart, Cálculo, vol. II, Editora Pioneira – Thomson Learning. H.L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, vol. III. LivrosTécnicos e Científicos, Rio de Janeiro.

MAT0245 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL IV PARA OCEANOGRAFIA
OBJETIVOS: Estudo de equações diferenciais, séries e integrais impróprias.
CONTEÚDO: Integrais impróprias. Seqüências e séries numéricas. Critérios de convergências. Convergência absoluta e condicional. Série de Potências. Raio de convergência. Derivação e integração termo-termo. Série de Taylor. Séries Fourier. Convergência Pontual. Equações diferenciais ordinárias de 1ª e 2ª ordem. Equações diferenciais ordinárias lineares de ordem n com coeficientes constantes. Método de variação de parâmetros e coeficientes a determinar. Resolução de equações diferenciais por série de potências.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0244.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA. I. Stewart, Calculus, vol. II, 4th ed., Thomson, 2001. W. Kaplan, Cálculo Avançado, vol. II Edgard Blücher, São Paulo, 1972. G.F. Simmons, Cálculo com Geometria Analítica, vol. II, McGraw-Hill. H.L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, vol. IV, Livros Técnicos e Científicos, 1987.

MAT0310 GEOMETRIA III
OBJETIVOS: Estudo geométrico das transformações na Geometria Elementar e suas aplicações à resolução de problemas.
CONTEÚDO: Estudo das translações, rotações, reflexões e suas composições. Grupos diedrais. Congruências próprias e impróprias: classificação das isometrias do plano. Estudo das homotetias e suas composições: Homotetia espiral e refletida. Semelhanças próprias e impróprias: classificação das semelhanças do plano. Teoremas clássicos: Desargues, Pappus. Estudo da inversão: propriedades básicas e aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: S. Alves & M.E.G.G. de Oliveira, UM ESTUDO GEOMÉTRICO DAS TRANSFORMAÇÕES ELEMENTARES, IME-USP, 1996; H.S.M. Coxeter & S.L. Greitzer, GEOMETRY REVISITED, Random House, New York, 1987; H. Eves, A SURVEY OF GEOMETRY, Allyn & Bacon, 1978; C. E. Harle, GEOMETRIA DAS TRANSFORMAÇÕES, IME-USP, 1988; G. E. Martin, TRANSFORMATION GEOMETRY: AN INTRODUCION TO SYMMETRY, Springer, 1982; I.M. Yaglom, GEOMETRIC TRANSFOMATION I AND II, Random House (New Mathematical Library, 8 and 21).

MAT0311 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL V
OBJETIVOS: Estudo de transformações entre espaços reais, topologia de R^n, continuidade e diferenciabilidade.
CONTEÚDO: 1. Topologia de R^n e espaços métricos (abertos, fechados, vizinhanças, pontos de acumulação, compactos, conexos). Caracterização de compacto de R^n como fechado e limitado. 2. Seqüências em espaços métricos. Convergência. Subseqüências. Caracterização da topologia (aberto, fechado, ponto de acumulação) por seqüências. Relação entre compacto e seqüencialmente compacto. Seqüência de Cauchy. Completude. Destaque para o R^n. 3. Continuidade de aplicações de R^n em R^m e entre espaços métricos. Caracterização de continuidade por seqüências. Continuidade de função

composta. Preservação de compactos e de conexos. 4. Transformações de R^n em R^m; Diferenciabilidade, teoremas de existência da diferencial, regra da cadeia e desigualdade do valor médio. A classe C^1. 5. Teorema da função inversa e teorema da função implícita. Aplicações. 6. Derivadas de ordem superior. Polinômio de Taylor. Máximos e mínimos. 7. Máximos e mínimos condicionados. Multiplicadores de Lagrange.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0122 + MAT0206.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 6 horas, 6 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Buck, E.F. Buck, ADVANCED CALCULUS, 2nd. ed., McGraw-Hill, 1965* W. Rudin, PRINCIPLES OF MATHEMATICAL ANALYSIS, 3rd.ed., McGraw-Hill, 1976.

MAT0313 ÁLGEBRA III
OBJETIVOS: Apresentar a teoria de Galois e algumas aplicações da álgebra.
CONTEÚDO: Extensões algébricas. Corpo de raízes de um polinômio. Extensões de Galois. Grupos de Galois. Corpos finitos. Corpos ciclotômicos. Correspondência de Galois. Teorema fundamental da teoria de Galois. Grupos solúveis. Simplicidade de A_n para n maior ou igual a 5. Resolução de equações por radicais. Aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0213 ou MAT0231 ou MAT0210.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: I.N. Herstein, TÓPICOS DE ÁLGEBRA, Polígono, São Paulo, 1964. * I. Stewart, GALOIS THEORY, Chapman and Hall, 1989. Dean, R., ELEMENTS OF ABSTRACT ALGEBRA, Wiley, 1967.* N. Jacobson, BASIC ALGEBRA I, Freeman, 1974. *P.A. Martin, INTRODUÇÃO À TEORIA DE GALOIS, IME-USP.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR: * G. Birkhoff e T.C. Bartee, MODERN APPLIED ALGEBRA, Mc Graw-Hill, 1970.* I.F. Blake e R.C. Mullin, AN INTRODUCTION TO ALGEBRAIC AND COMBINATORIAL CODING THEORY, Academic Press, 1976.* J.D. Lipson, ELEMENTS OF ALGEBRA AND ALGEBRAIC COMPUTING, Benjamin, 1981.

MAT0315 INTRODUÇÃO À ANÁLISE
OBJETIVOS: Introduzir os conceitos básicos de análise real. Apresentar formalmente a noção de completude dos números reais e suas conseqüências.
CONTEÚDO: Seqüências e séries numéricas; critérios de convergência; Série de potências e propriedades; desenvolvimento de funções em séries de potências, séries de Taylor e de Fourier. A Construção de R e o axioma da completude; a expansão decimal dos números reais. Demonstrações de alguns dos principais teoremas do Cálculo Diferencial e Integral.
PRÉ-REQUISITOS: MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas-aula, 4 créditos-aula; 2 horas-trabalho, 1 crédito-trabalho.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J. Aragona, INTRODUÇÃO À ANÁLISE, NOTAS DE AULA, IME-USP, 1991; D.G. Figueiredo, Análise I, IMPA - Livros Técnicos e Científicos, 1975; E.L. Lima, CURSO DE ANÁLISE, vol.1, IMPA, 1976-81; A.J. White, ANÁLISE REAL: UMA INTRODUÇÃO, Edgard Blücher, EDUSP, McGraw-Hill, São Paulo, 1975; R.V. Churchill, VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES, EDUSP, McGraw-Hill, São Paulo, 1975; C.S. Hönig, INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, 4 ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT0317 TOPOLOGIA
OBJETIVOS: Apresentar noções de topologia geral e algumas aplicações. Espaços de funções.
CONTEÚDO: 1. Espaços métricos: definição, exemplos e conceitos básicos; convergência, completividade e o teorema de Baire; funções contínuas, homeomorfismos, espaços de funções contínuas; espaços normados exemplos. 2. Espaços topológicos: definição, exemplos e conceitos básicos; base de abertos e sub-base de abertos; axiomas de enumerabilidade; funções contínuas e homeomorfismos; axiomas de separação; lema de Urysohn e teorema de Tietze; espaços conexos e localmente conexos; espaços compactos e localmente compactos; teorema de Baire; compactificação e o teorema de Tichonoff; espaços de funções; topologia de convergência simples e uniforme sobre compactos; teoremas de Arzela–Ascoli e Stone–Weirstrass.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0206. Para LIC: MAT2352. Para BMA: MAP0215. Para BMAC: MAT3120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: E.L. Lima, ESPAÇOS MÉTRICOS, 10º Colóquio Brasileiro de Matemática, 1975 * E.L. Lima, ELEMENTOS DE TOPOLOGIA GERAL, Livros Técnicos e Científicos * G.F. Simmons, INTRODUCTION TO TOPOLOGY AND MODERN ANALYSIS, McGraw-Hill, 1963 * C.S. Hönig, APLICAÇÕES DE TOPOLOGIA À ANÁLISE, IMPA, 1976.

MAT0320 INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMPLEXA
OBJETIVOS: Estudo da extensão das funções elementares ao campo complexo. Transformações e geometria.
CONTEÚDO: Números complexos. Séries de funções em R e C. Séries de potências. Derivação complexa. Funções elementares. Transformações conformes. Integração complexa. Séries de Taylor. Singularidades.
PRÉ-REQUISITO: MAT0315
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: L.V. Ahlfors, COMPLEX ANALYSIS: AN INTRODUCTION TO THE THEORY OF ANALYTIC FUNCTIONS OF ONE COMPLEX VARIABLE, 2nd.ed., McGraw-Hill, New York, 1966 R.V. Churchill, VARIÁVEIS COMPLEXAS E SUAS APLICAÇÕES, EDUSP/McGraw-Hill, São Paulo, 1975 C.S. Hönig, INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL COMPLEXA, quatro ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981.

MAT0321 CÁLCULO INTEGRAL
OBJETIVOS: Estudo da integral de Riemann em R^n, integração de formas diferenciais, Teorema de Stokes.

CONTEÚDO: 1. Integral de Riemann em R^n. Integrabilidade de funções contínuas. Critérios de integrabilidade. Demonstração do teorema de mudança de variáveis e de Fubini. 2. Formas diferenciais em R^n. Campos vetoriais. Relação entre formas e operadores vetoriais. 3. Teorema de Stokes (em linguagem de formas diferenciais). Aplicações à análise vetorial clássica. 4. Formas exatas e formas fechadas.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0311 + MAT0205 ou MAT0311 + MAT0218 ou MAT0311 + MAT0211.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. G. Bartle, THE ELEMENTS OF REAL ANALYSIS, 2nd ed., John Wiley, 1976 R. Buck, E. F. Buck, ADVANCED CALCULUS, 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1965 * E. L. Lima, CURSOS DE ANÁLISE, vol. 2 * W. Rubin, PRINCÍPIOS DE ANÁLISE MATEMÁTICA, Mc Graw-Hill.

MAT0326 GEOMETRIA DIFERENCIAL I
OBJETIVOS: Estudo de curvas e superfícies em R^3.
CONTEÚDO: 1. Curvas em R3, equações de Frenet, curvatura, torsão. Teorema fundamental das curvas. 2. Superfícies parametrizadas, plano tangente e campos de vetores. 3. Formas fundamentais, curvatura normal, curvaturas e direções principais, curvatura de Gauss e curvatura média. 4. Teorema Egregium.5. Derivada covariante, paralelismo e geodésica. 6. Enunciado do teorema da função inversa e aplicações. Superfícies mergulhadas em R3, cartas e aplicações diferenciáveis entre superfícies.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0205+MAT0122. Para BMA: MAP0215+MAP0217. Para BMAC: MAP0217+MAT3120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M.P. Carmo, DIFFERENTIAL GEOMETRY OF CURVES AND SURFACES, Prentice-Hall, 1976. GRAY MODERN DIFFERENTIAL GEOMETRY OF CURVES AND SURFACES CRC, Press Inc, 2000. W. Kuhnel, DIFFERENTIAL GEOMETRY: CURVES - SURFACES - MANIFOLDS, American Mathematical Society, Second Edition, 2005. O'Neil, ELEMENTARY DIFFERENTIAL GEOMETRY, Academic Press, 1966.

MAT0330 TEORIA DOS CONJUNTOS
OBJETIVOS: Desenvolver uma das teorias axiomáticas *ZF*, *NGB* ou *KM* como teoria unificadora da formalização da matemática, dando ênfase, no final, à aritmética cardinal.
CONTEÚDO: 1. Os paradoxos semânticos e as linguagens de 1ª ordem: exemplos. 2. O cálculo de predicados de 1ª ordem: a noção de dedução e o teorema da dedução. 3. Os paradoxos lógicos e as teorias formalizadas dos conjuntos ou classes *ZF*, *NGB* ou *KM*. 4. Axiomas. Uniões, intersecções, complementos; partes, pares ordenados, relações, funções. Ordinais e cardinais: recorrência transfinita, os naturais e os axiomas de Peano, conjuntos finitos e enumeráveis. 5. Aritmética cardinal: operações com cardinais, o teorema de Cantor-Bernstein. 6. Formas equivalentes do axioma da escolha.
PRÉ-REQUISITOS: Para BMA e BMAC: MAP0216+MAT0123. Para BM: MAT0205+MAT0213 ou MAT0206+ MAT0213.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: H.B. Enderton, ELEMENTS OF SET THEORY, Academic Press, 1973 * J. Kelley, GENERAL TOPOLOGY, Springer, 1955 * F. Miraglia Neto, TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO, EDUSP * J.D. Monk, INTRODUCTION TO SET THEORY, McGraw-Hill, 1969 * C. Pinter, SET THEORY, Addison-Wesley, 1971.

MAT0331 ELEMENTOS DA TEORIA DOS CONJUNTOS
OBJETIVOS: Discutir a questão de ser a teoria dos conjuntos fundamento para a Análise e para as teorias matemáticas em geral. Propiciar ao aluno uma vivência sistemática com o método axiomático, através do desenvolvimento de algumas teorias *ZF*, *KM*, *NBG*. Discutir a inadequação do ensino da teoria dos conjuntos na escola de 1º e 2º graus.
CONTEÚDO: Introdução: motivação histórica e paradoxos lógicos e semânticos; a construção de Q a partir de N e a de R a partir de Q; a dificuldade de definir número natural; várias tentativas históricas; a noção de finito e infinito $N \subset Q$, mas Q é enumerável; as provas da enumerabilidade de Q e da não enumerabilidade de R. Discussão sobre os caminhos utilizados para a eliminação dos paradoxos e o surgimento de dois tipos de teorias: conjuntos e classes. Rudimentos do Cálculo de Predicados. A álgebra dos conjuntos segundo alguma das teorias axiomáticas *ZF*, *KM* ou *NGB*: uniões, intersecções, inclusões, complementos, par ordenado, produto cartesiano, relações e funções. As definições de naturais, ordinais e cardinais. O teorema de Bernstein-Schroeder (ou Cantor-Bernstein) e o teorema de Cantor. Propriedades de conjuntos finitos e infinitos. Indução finita; aplicações. Noções de aritmética ordinal e cardinal.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0120 + MAT2352 ou MAT0230 + MAT2352
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: J.L. Kelley, TEORIA ELEMENTAR DOS CONJUNTOS; apêndice do livro "GENERAL TOPOLOGY", tradução de I.F. Druck; E. Alencar, TEORIA ELEMENTAR DOS CONJUNTOS, 10ª ed., Nobel, São Paulo, 1971; C. Pinter, SET THEORY, Addison-Wesley Pub. Co., Mass., 1971; P.R. Halmos, TEORIA INGÊNUA DOS CONJUNTOS, EDUSP, São Paulo, 1970; D. Monk, INTRODUCTION TO SET THEORY, McGraw-Hill, New York, 1969; F. Miraglia, TEORIA DOS CONJUNTOS: UM MÍNIMO, EDUSP, São Paulo, 1991.

MAT0334 ANÁLISE MATEMÁTICA II
OBJETIVOS: Introduzir os métodos de análise funcional e aplicações à análise clássica.
CONTEÚDO: 1. Equação do calor na barra finita e o método de separação de variáveis. Séries de Fourier clássicas. 2. Espaços de Hilbert: aspectos geométricos, teorema de Riesz, teorema da base. Séries de Fourier (L^2). Três Espaços de Banach: operadores lineares contínuos. Espaços L_p. Espaços c_0, L_∞ C([a,b]) e seus duais. 4. Teoremas fundamentais dos espaços de Banach: teorema de Hahn-Banach, princípio da limitação uniforme e o teorema de Banach-Steinhaus, teorema da aplicação aberta e do gráfico fechado. Aplicações.

PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0234 + MAT0317 ou MAT0234 + MAT0311. Para BE: MAT0234. Para BMA e BMAC: MAP0217+MAT0234.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: C.S. Hönig, ANÁLISE FUNCIONAL E APLICAÇÕES, dois vols., IME-USP, São Paulo, 1970 * L. Kantorovitch, G.P. Akilov, ANALYSE FONCTIONNELLE, 2vols. Mir, Moscou, 1981 * A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin, ELEMENTOS DE LA TEORIA DE FUNCIONES Y DEL ANALISIS FUNCTIONAL, Mir, Moscou, 1972.

MAT0336 GEOMETRIA DIFERENCIAL II
OBJETIVOS: Apresentar alguns conceitos, exemplos e resultados da teoria de formas diferenciais e aplicações na Geometria Diferencial de superfícies mergulhadas em R3.
CONTEÚDO: 1. Formas Diferenciais: Definição e algumas propriedades de formas diferenciais em R2, R3 e superfícies mergulhadas. 2. Conexão Riemanniana: Definição de Conexão Riemanniana em superfícies mergulhadas e das 1-formas de conexão. Transporte paralelo. Equações Estruturais. 3. Geodésicas: Definição de geodésica e fluxo geodésico. Demonstração das propriedades minimizantes de geodésicas. Enunciado do teorema de existência de vizinhanças normais. Referências Geodésicas e aplicações (e.g. interpretação geométrica do divergente, propriedades do laplaciano em superfícies, demonstração do teorema de E. Hopf). Definição de superfícies completas. Teorema de Hopf e Rinow (enunciado e demonstração). 4. Curvatura: Definição do tensor curvatura e enunciado de algumas propriedades. Equação de Jacobi. Equação de curvatura (usando 1-formas de conexão e 2-formas de curvatura). Teorema fundamental das superfícies. 5. Teorema de Gauss-Bonnet: enunciado, demonstrações e aplicações.
PRÉ-REQUISITOS: MAT0311 + MAT0317 + MAT0326.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: M.P. Carmo, GEOMETRIA RIEMANNIANA, Projeto Euclides IMPA, 1988. W.Kuhnel, DIFFERENTIAL GEOMETRY: CURVES - SURFACES - MANIFOLDS. American Mathematical Society, Second Edition, 2005. O'Neil, ELEMENTARY DIFFERENCIAL GEOMETRY. Academic Pres 1966.M. Spivak, CALCULUS ON MANIFOLDS, Perseu Books Publishing, 1965.

MAT0340 HISTÓRIA DA ÁLGEBRA
OBJETIVOS: Apresentar o desenvolvimento da Álgebra desde o período clássico.
CONTEÚDO: Programa de desenvolvimento histórico da álgebra e da teoria dos números dos tempos gregos aos tempos modernos. Tópicos a serem discutidos poderão incluir: teoria dos números, resolução de equações algébricas, grupo de permutações, sistemas hipercomplexos, números algébricos e teoria de ideais.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A Well, Number Theory, an Approach Through History from Hammurabi to Lengendre and Birkhausep, Boston, 1984. V. der Waerden, Geometry and Algebra in Ancient Civilizations, Springer, 1983.

MAT0341 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA I
OBJETIVOS: Apresentar e propiciar aos alunos uma reflexão sobre a inserção cultural da evolução dos conceitos da Matemática Elementar na História da Humanidade, estudando a História por assunto até o surgimento do Cálculo.
CONTEÚDO: 1. Números: Primeiros sistemas de numeração. 2. Geometria: Gêneses: Babilônia, Egito, China, Grécia. Os problemas clássicos. Os Elementos de Euclides: a geometria axiomática, a teoria das proporções de Eudoxo e os incomensuráveis; geometria do espaço. Apolônio e as seções cônicas. Geometria analítica. Geometrias não-euclidianas. 3. Álgebra Diofante. Os árabes. Equações de terceiro e quatro graus. Bombelli e a necessidade da introdução dos números complexos. Viete. 4. Cálculo: Arquimedes. Movimentações para o cálculo nos século XVII. Antecipações nos trabalhos de Descartes, Fermat e Pascal. Os trabalhos de Newton e Leibniz. 5. Tópicos especiais: Astronomia. Trigonometria. Teoria matemática da música. Logaritmos. Probabilidades.
PRÉ-REQUISITO: MAT1352 + MAT0120 + MAT0230.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: G.B. Boyer, História da Matemática, Edgard Blücher, 1996. A Araboe, Episódios da História Antiga da Matemática. Sociedade Brasileira de Matemática, 2001. G.Ifrah, História Universal dos Algarismos, Nova Fronteira, 1995. F.Cajori, A History of Mathematical Natations (vol. I), The Open Court, 1928. F.Swtz et. al. (org.), Learn From the Masters, The Mathematical.

MAT0349 INTRODUÇÃO À LÓGICA
OBJETIVOS: Dar o conhecimento essencial do cálculo proposicional e de predicados de 1ª ordem aos estudantes de licenciatura em matemática.
CONTEÚDO: Breve digressão histórica. Cálculo proposicional. Fórmulas tautológicas, contra-válidas e indeterminadas. Redução do número de conectivos. Problema de Post. Álgebra dos interruptores. Argumentos válidos. Teorema da dedução. Axiomatização do cálculo proposicional. Cálculo de predicados. Quantificadores. Fórmulas. Argumentos. Axiomatização do cálculo de predicados de 1ª ordem. Noção sobre teorias formalizadas.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: B. Castrucci, INTRODUÇÃO À LÓGICA MATEMÁTICA, Nobel, São Paulo, 1973 H.B. Enderton, A MATHEMATICAL INTRODUCTION TO LOGIC, Academic Press, 1972 J. Ferrater Mora, H. Leblanc, LOGICA MATEMÁTICA, Fondo de Cultura Economica, Mexico, 1955 L. Hegenberg, LÓGICA: SIMBOLIZAÇÃO E DEDUÇÃO, EDUSP, 1975 B. Mates, LÓGICOS ELEMENTARES, Nacional, São Paulo, 1968.

MAT0350 INTRODUÇÃO AOS FUNDAMENTOS DA MATEMÁTICA

OBJETIVOS: Oferecer aos alunos uma visão rigorosa e não técnica das várias correntes do pensamento matemático, bem como de questões relevantes dos Fundamentos da Matemática.
CONTEÚDO: 1. As grandes vertentes da Filosofia da Matemática: o formalismo, o realismo e o intuicionismo. 2. O programa formalista de Hilbert. Linguagem objeto e metalinguagem. A noção de linguagem formalizada para a lógica de primeira ordem e de ordem superior. A noção de estrutura matemática no âmbito da teoria dos modelos. Exemplos. Dedução, verdade e definibilidade. O teorema da completude de Gödel-Henkin-Malcev. Os teoremas de Löwenheim-Skolem. O teorema da compacidade e suas aplicações: a análise não-standart de Robinson. 3. O construtivismo em matemática: as idéias intuicionistas de Brouwer, a formalização de Heyting e a matemática construtiva de Errett Bishop. Aspectos teóricos da computação. As máquinas de Turing e a teorias das funções recursivas. A tese de Church--Turing. A aritmetização da meta-matemática e os teoremas de incompletude de Gödel. Teorias decidíveis e indecidíveis. 4. O realismo da teoria dos conjuntos: a justificação dos axiomas. A teoria dos conjuntos como teoria unificadora das diversas teorias matemáticas. Ordinais e cardinais. O axioma da escolha e a hipótese do contínuo: sua consistência e independência. Construtibilidade e forcing. A teoria dos grandes cardinais e suas conseqüências em matemática. Teorias de axiomas alternativos ao axioma da escolha. O axioma da determinação e das escolhas dependentes. 5. *tópicos optativos*: a teoria das categorias e seu significado para a matemática. Demonstrações de proposições matemáticas com a utilização do computador. O problema das quatro cores.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: A.A. Fraenkel, Y. Bar-Hilel, FOUNDATIONS OF SET THEORY, North-Holland, 1968 * P. Benacerraf, H. Putnam (eds.), PHILOSOPHY OF MATHEMATICS: SELECTED READINGS, Prentice-Hall, 1964 * Jaakko Hintikka, PHILOSOPHY OF MATHEMATICS, Oxford University Press, London, 1969.

MAT0359 LÓGICA
OBJETIVOS: Desenvolver a lógica de 1ª ordem clássica, incluindo os teoremas da completude e da incompletude de Gödel. Desenvolver exemplos em teorias matemáticas concretas.
CONTEÚDO: 1. O cálculo de predicados de 1ª ordem: linguagens de 1ª ordem formalizadas, axiomas, a noção de dedução, o teorema da dedução; exemplos e aplicações em teorias matemáticas. 2. A noção de estrutura e a noção de verdade de Tarski: exemplos. 3. O teorema da completude, o teorema da compacidade e aplicações: noções matemáticas não finitamente axiomatizáveis, o teorema de Löwenheim--Skolem, outras. 4. Noções gerais sobre algoritmos. 5. Tópico livre.
PRÉ-REQUISITOS: Para BM: MAT0206+MAT0213. Para BMA e BMAC: MAP0216 +MAT0213.
CARGA HORARIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: H.B. Enderton, A MATHEMATICAL INTRODUCTION TO LOGIC, Academic Press, 1972 * Koppermann, MODEL THEORY AND ITS APPLICATIONS, Allyn & Bacon, Boston, 1972 * J. Zimbarg Sobrinho, INTRODUÇÃO À LÓGICA MATEMÁTICA, 9º Colóq.Bras.Matem., IMPA, Rio de Janeiro, 1973.

MAT0412 ANÁLISE DE TEXTOS DIDÁTICOS
OBJETIVOS: Discutir o papel e o valor de um texto didático de Matemática no processo escolar de ensino/aprendizagem da disciplina. Estabelecer parâmetros para a avaliação de um texto didático. Fazer a análise crítica de literatura didática de nível básico, com primazia para textos nacionais, podendo incluir textos para-didáticos. Comparar livros didáticos de matemática elementar de diferentes épocas.
PRÉ-REQUISITO: EDM0401 + MAT0120 + MAT0230.
CONTEÚDO: Histórico dos currículos de Matemática para a Educação Básica no Brasil: concepções subjacentes e seus reflexos nos livros didáticos. As avaliações institucionais do livro didático no Brasil. Critérios de análise de textos didáticos para o ensino básico. Análise crítica de textos didáticos. O papel da mediação do professor na relação livro-aluno-conteúdo-aprendizagem. Enriquecimentos possíveis: palestras de especialistas ou autores de textos didáticos convidados; análise de textos para-didáticos; o uso da internet e de hiper-textos no apoio à sala de aula.
PRÉ-REQUISITOS: EDM0402, MAT0230 e MAT0120.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: Livros didáticos de matemática do 1 e 2 graus.

MAT0414 FUNDAMENTOS DA GEOMETRIA
OBJETIVOS: Desenvolver a geometria projetiva como uma extensão da geometria euclidiana.
CONTEÚDO: 1. Ponto no infinito de um espaço afim. Espaço projetivo associado a um espaço afim. Espaço projetivo associado a um espaço vetorial sobre um corpo K; pontos linearmente independentes, variedades lineares projetivas, razão simples de quatro pontos numa reta, transformações projetivas, grupo projetivo, dualidade. Classificação projetiva das quádricas. Polaridade. 2. Espaço afim subordinado a um espaço projetivo. Grupo afim como subgrupo do grupo projetivo. Classificação afim das quádricas. 3. Espaço euclidiana subordinado a um espaço projetivo. O grupo dos movimentos rígidos como subgrupo do grupo projetivo. Classificação métrica das quádricas. 4. Geometrias não euclidianas subordinadas à geometria projetiva. 5. Introdução à teoria axiomática da geometria projetiva. Teorema de Desargues.
CARGA HORÁRIA SEMANAL E NÚMERO DE CRÉDITOS: 4 horas, 4 créditos.
BIBLIOGRAFIA BÁSICA: R. Artzy, LINEAR GEOMETRY, Addison-Wesley, 1965 * C.R. Wylie Jr., INTRODUCTION TO PROJECTIVE GEOMETRY, McGraw-Hill, 1970.

MAT0418 CÁLCULO DAS VARIAÇÕES
OBJETIVO: Aquisição dos elementos básicos do cálculo variacional e suas aplicações.
CONTEÚDO: 1. Funcionais e espaços de funções. Variação de uma funcional. 2. Extremos condicionados ou não, de um funcional. Condição necessária para extremo. Equação de Euler. Invariança da equação de Euler. 3. Condições suficientes de

CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Nosso curso de Licenciatura em Matemática tem por objetivo formar um(a) professor(a) de Matemática competente para a segunda fase do ensino fundamental e para o ensino médio – um profissional da área da educação que domine conhecimento matemático específico e não trivial e goste de enfrentar e resolver problemas, tendo consciência da importância dessas atividades na dinâmica de ensino-aprendizagem. Buscamos também que o licenciando desenvolva conhecimento e reflexão sobre o funcionamento da escola, de forma a poder escolher conteúdos matemáticos e procedimentos pedagógicos adequados às diferentes faixas etárias e às necessidades do contexto sócio-cultural dos seus futuros alunos.

O currículo do curso é flexível, e interdisciplinar, possibilitando ao estudante aprofundar sua formação segundo seus interesses maiores. Por exemplo, muitos de nossos alunos prosseguem estudos fazendo mestrado em Educação Matemática, em Matemática ou Estatística. Outros formados passam a atuar no mercado editorial de livros didáticos, dedicam-se à produção de materiais didáticos ou prestam assessoria a escolas. O diploma também é valorizado empresas que necessitam conhecimentos de matemática ou informática. Nossos egressos têm tido facilidade em obter aprovação em concursos públicos para professores de Matemática das redes estadual ou municipal e em conseguir colocação na rede privada de Ensino.

Enfim, o curso possibilita a abertura de caminhos de profissionalização diversos. Seu foco principal, no entanto, é a formação de professores com competência para atuar no sentido da melhoria do ensino de Matemática na Educação Básica. Sentimos orgulho de poder contribuir com essa área extremamente importante para o desenvolvimento equilibrado de qualquer nação e que encontra-se atualmente muito debilitada no nosso país.

Membros da Comissão de Licenciatura:

Profª Bárbara Corominas Valério - barbarav@ime.usp.br

Profª Heloisa Daruiz Borsari - hborsari@ime.usp.br

Profª Iole de Freitas Druck - iole@ime.usp.br

Profª Maria Cristina Bonomi - crisb@ime.usp.br

Representante do IF
Profª Vito Vanin

Representante da FE
Profª Maria do Carmo Domite Mendonça
Prof. Vinicio de Macedo Santos

Representante discente
Débora Duarte An

Suplente:

Rafaela Almeida da Silva

Observações sobre os currículos da Licenciatura (diurno e noturno)

Para ingressantes a partir de 2009:

1) DISTRIBUIÇÃO DA CARGA HORÁRIA E DOS CRÉDITOS NO CURSO

Número total de créditos aula em disciplinas obrigatórias: 124 (1860 horas). Número de créditos aula em disciplinas eletivas: 24 (360 horas). Número mínimo de créditos aula em optativas livres: 12 (180 horas). Número total de créditos trabalho (associados a 12 disciplinas): 18 (540 horas). Carga horária mínima em sala de aula: 2400 horas. Carga horária mínima extra classe (para cumprimento das componentes curriculares "estágio supervisionado", "prática como componente curricular", "atividades acadêmico-científico-culturais"): 800 horas. Carga horária mínima de prática como componente curricular: 430 hotas. Carga horária mínima de atividades acadêmico-científico-culturais: 200 horas. Carga horária mínima de estágio curricular supervisionado: 420 horas. Carga horária mínima total do curso: 3200 horas.

2) DISCIPLINAS OPTATIVAS

O aluno deverá completar, no mínimo, 36 créditos aula em disciplinas optativas, eletivas ou livres. Dentre esses, 8 créditos correspondem a duas disciplinas oferecidas pela FE – uma delas da área de Psicologia da Educação e a outra de Introdução aos Estudos da Educação; 8 créditos devem ser obtidos cursando duas disciplinas (eletivas I e II) de um dos blocos de disciplinas de aprofundamento I, II, III, VI, VII, VIII ou IX; outros 8 créditos deverão ser obtidos cursando as disciplinas de um dos blocos de aprofundamento IV ou V (e contarão como horas de "prática como componente curricular"); e, finalmente, 12 créditos em optativas livres escolhidas pelo aluno que poderá pleiteá-las em qualquer unidade da USP, submetidas à aprovação da Coc-Lic do IME e da Unidade em questão. Os blocos de aprofundamento citados serão listados na seqüência.

3) ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO CULTURAIS

O aluno deverá informar-se sobre a exigência do cumprimento de 200 horas em "atividades acadêmico-científico-culturais" consultando o site do IME, na página da Comissão de Graduação, link: Curso de Licenciatura.

4) PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR

O mínimo de 400 horas de "Prática como componente curricular" é uma exigência do MEC para as Licenciaturas, também assumida no Programa de Formação de Professores da USP. Temática que deve ser trabalhada ao longo de todo o curso, deve articular o domínio dos conhecimentos específicos da graduação com o conhecimento dos recursos e dificuldades de ensiná-los na futura prática profissional em sala de aula da Educação Básica. Na estrutura curricular da Licenciatura do IME, essa temática é obrigatoriamente tratada no mínimo nas disciplinas: MAT1513, MAE1512, MAT0120, MAT0230, MAT0240, MAP0151, MAT0315, MAT0412, MAT0450, MAT0451, EDA0463, EDM0402, ELETIVA DA PSICILOGIA DA EDUCAÇÃO, EDM0427 e EDM0428.

Grade do currículo ideal para a Licenciatura do IME-USP (a partir de 2009)

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DIURNO

1° semestre

MAT0105	Geometria Analítica (4)
MAT1351	Cálculo p/funções de 1variável real I (6) + 1 créd.trab.
MAE1511	Estatística para Licenciatura I (4)
MAT1513	Laboratório de Matemática (4)
FGE0160	Ótica (2)

2° semestre

MAT0134	Introdução à Álgebra Linear (4)
MAT1352	Cálculo para funções de uma variável real II (6)
MAE1512	Estatística para Licenciatura II (4) + 1 créd. trab.
MAT1514	A matemática na educação básica (4)
FEP0156	Gravitação (2)

3° semestre

MAT0120	Álgebra I para Licenciatura (4) + 1 créd. trab.
MAT2351	Cálculo para funções de várias variáveis I (4)
MAC0110	Introdução à Computação (4)
FAP0152	Introdução às medidas em Física (4)
EDA0463	Política e Organiz. da Educação Básica no Brasil (4)

4° semestre

MAT0230	Geometria e Desenho Geométrico I(4) + 1 créd.trab.
MAT2352	Cálculo para funções de várias variáveis II (4)
MAP0151	Cálculo Numérico e Aplicações (4) + 1 créd. trab.
FEP0232	Mecânica p/ Lic. em Matemática (4) ELETIVA de Psicologia da Educação (4)

5° semestre

MAT0240	Geometria e Desenho Geométrico II (4)+ 1 créd.trab.
MAT0231	Álgebra II para Licenciatura (4)
FMT0159	Termodinâmica I (4) OPTATIVA LIVRE I (4)
EDM0402	Didática (4)
MAT1500	Projetos de Estágio (1) + 1 créd. trab.

6° semestre

MAT0315	Introdução à Análise (4) + 1 créd. trab.
MAT0341	História da Matemática I (4)
FGE0270	Eletricidade I (4)
MAT1500	Projetos de Estágio (1) + 2 créd. trab. OPTATIVA LIVRE II (4) ELETIVA FE (4)

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA NOTURNO

1° semestre

MAT0105	Geometria Analítica (4)
MAT1351	Cálculo p/funções de 1variável real I (6) + 1 créd.trab.
MAT1513	Laboratório de Matemática (4)
FGE0160	Ótica (2)

2° semestre

MAT0134	Introdução à Álgebra Linear (4)
MAT1352	Cálculo para funções de uma variável real II (6)
MAT1514	A matemática na educação básica (4)
FEP0156	Gravitação (2)

3° semestre

MAT2351	Cálculo para funções de várias variáveis I (4)
MAT0120	Álgebra I para Licenciatura (4) + 1 créd. trab.
MAE1511	Estatística para Licenciatura I (4)
FAP0152	Introdução às Medidas em Física (4)

4° semestre

MAT2352	Cálculo para funções de várias variáveis II (4)
MAC0110	Introdução à Computação (4)
MAE1512	Estatística para Licenciatura II (4) + 1 créd. trab. ELETIVA DA FE (4)

5° semestre

MAT0231	Álgebra II para Licenciatura (4)
MAP0151	Cálculo Numérico e Aplicações (4) + 1 créd. trab.
FMT0159	Termodinâmica I (4)
EDA0463	Política e Organiz. da Educação Básica no Brasil (4)

6° semestre

MAT0230	Geometria e Desenho Geométrico I (4) + 1 créd.trab.
MAT0315	Introdução à Análise (4) + 1 créd. trab.
FEP0232	Mecânica p/ Lic. em Matemática (4) ELETIVA de Psicologia da Educação (4)

7° semestre

MAT0310	Geometria III (4)
EDM0427	Metodologia do Ensino de Matemática I (4) + 2 créd. trab.
EDM0685	Experimentação e Modelagem (unidade de estágio I) (1) + 2 créd. trab. ELETIVA DE BLOCO (4) ELETIVA DO IME (4) (Prática como componente curricular)

8° semestre

MAT0331	Elementos da Teoria dos Conjuntos (4)
EDM0428	Metodologia do Ensino de Matemática II (4) + 2 créd. trab.
EDA0689	Estágio de Vivência e Investigação em Gestão Escolar e Políticas Públicas (unidade de estágio II) (1) + 2 créd. trab. ELETIVA DE BLOCO (4) ELETIVA DO IME II (4) (prática como componente curricular)

7° semestre

MAT0240	Geometria e Desenho Geométrico II (4) + 1 créd.trab.
EDM0402	Didática (4)
MAT1500	Projetos de Estágio (1) + 1 créd. trab ELETIVA DE BLOCO (4) OPTATIVA LIVRE I (4)

8° semestre

MAT0341	História da Matemática I (4)
FGE0270	Eletricidade I (4)
MAT1500	Projetos de Estágio (1) + 2 créd. trab. ELETIVA DE BLOCO (4) OPTATIVA LIVRE II (4)

9° semestre

MAT0310	Geometria III (4)
EDM0427	Metodologia do Ensino de Matemática I (4) + 2 créd. trab.
EDM0685	Experimentação e Modelagem (unidade de estágio I) (1) + 2 créd. trab. ELETIVA DO IME I (4) (Prática como componente curricular) OPTATIVA LIVRE III (4)

10° semestre

MAT0331	Elementos da Teoria dos Conjuntos (4)
EDM0428	Metodologia do Ensino de Matemática II (4) + 2 créd. trab.
EDA0689	Estágio de Vivência e Investigação em Gestão Escolar e Políticas Públicas (unidade de estágio II) (1) + 2 créd. trab. ELETIVA DO IME II (4) (prática como componente curricular)

Obs: 1 crédito/aula equivale a 15 horas e 1 crédito/trabalho equivale a 30 horas.

BLOCOS DE DISCIPLINAS OPTATIVAS DE APROFUNDAMENTO NOS CURRÍCULOS DA LICENCIATURA (DIURNO E NOTURNO)

Disciplinas que podem ser cursadas em cada bloco sem necessidade de requerimento

bloco I: ANÁLISE MATEMÁTICA
- MAT0130 Equações Diferenciais Ordinárias e Aplicações
- MAT0320 Introdução à Análise Complexa
- MAT0349 Introdução à Lógica
- MAP0335 Elementos de Modelagem

bloco II: ÁLGEBRA
- MAT0223 Introdução à Teoria dos Números
- MAT0214 Tópicos de Álgebra
- MAT0233 Tópicos de Grupos e Aplicações
- MAC0228 Combinatória e Grafos

bloco III: GEOMETRIA
- MAT0419 Geometria Projetiva e Desenho
- MAT0349 Introdução à Lógica
- MAT0421 Geometria não Euclidiana

bloco IV: ELEMENTOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
- MAT0450 Seminário de Resolução de Problemas
- MAT0412 Análise de Textos Didáticos

bloco V: PROJETO DE ENSINO DE MATEMÁTICA
- MAT0451 Projeto de Ensino de Matemática (anual)

bloco VI: COMPUTAÇÃO E MATEMÁTICA APLICADA
- MAC0228 Combinatória e Grafos
- * MAC0122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos
- MAP0335 Elementos de Modelagem
- * MAC0212 Laboratório de Computação
- MAC0118 Noções de Ensino de Matemática Usando o Computador

bloco VII: PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA
- * MAE0221 Probabilidade I
- * MAE0311 Inferência Estatística
- * MAE0217 Estatística Descritiva
- * MAE0228 Noções de Prob. e Processos Estocásticos

bloco VIII: FÍSICA
- * FAP0255 Mecânica dos Corpos Rígidos e dos Fluídos
- * FAP0271 Eletricidade II
- * FAP0357 Oscilações e Ondas
- * FMA0374 Relatividade
- * FMT0259 Termodinâmica II
- * FAP0254 Laboratório de Mecânica
- * FAP0372 Eletromagnetismo
- * FAP0373 Laboratório de Eletromagnetismo
- * FMT0405 Evolução dos Conceitos da Física
- * FNC0266 Partículas: a dança da matéria
- * FAP0351 Física do meio ambiente
- * AGA0105 Conceitos de Astronomia para a Licenciatura

bloco IX: ENSINO DE FÍSICA
- * FAP0356 Elementos e Estratégias para o ensino da Física
- * FEP0358 Propostas e Projetos de Ensino da Física
- * EDM0425 Prática de Ensino de Física I
- * EDM0426 Prática de Ensino de Física II

(*) disciplinas que são oferecidas regularmente para outros cursos
Obs.: Outras disciplinas, da mesma área de um bloco, podem ser aceitas para compô-lo, a critério da Coc-Lic do IME.

CURSO DE BACHARELADO EM MATEMÁTICA

O Bacharelado em Matemática tem como principal objetivo formar futuros pesquisadores e professores do ensino superior para atuar nas várias áreas da Matemática. O curso proporciona uma sólida formação em Matemática que permite ao egresso prosseguir seus estudos de pós-graduação (mestrado e doutorado) nas melhores instituições do país e do exterior. Embora a opção pela carreira acadêmica seja a mais típica para um bacharel, surgem, cada vez mais, outras oportunidades de trabalho, notadamente na área de informática ou no mercado financeiro. Há um crescente reconhecimento das possibilidades de um profissional com sólidos conhecimentos de Matemática.

O curso exige bastante dedicação do estudante que, além de participar das aulas, deve aprofundar os conteúdos através de leituras e resolução de problemas. O trabalho fora de sala de aula, em grupo ou individual, é muito importante para o sucesso no curso. Freqüentar a biblioteca, formar grupos de colegas que estudem juntos, conversar com outros estudantes, professores e monitores são atitudes que ajudam muito a alcançar bons resultados.

A Comissão do Bacharelado em Matemática, responsável pelo curso, tem dois membros discentes (um titular e um suplente) e quatro membros docentes. Estamos sempre à disposição para trocar idéias, ouvir e dar sugestões.

Membros da Comissão do Bacharelado em Matemática

- Cláudia Cueva Candido (coordenadora) - cueva@ime.usp.br
- Deborah Martins Raphael - raphael@ime.usp.br
- Lúcia Renato Junqueira – lucia@ime.usp.br
- Severino Toscano do Rego Melo – toscano@ime.usp.br
- Fernando Henry Meirelles (discente titular)- ogro@linux.ime.usp.br
- Caio de Naday Hornhardt (discente suplente) – caionh@linux.ime.usp.br

Procure a página do curso para maiores informações: http://www.ime.usp.br/mat/bacharelado

GRADE CURRICULAR

BACHARELADO EM MATEMÁTICA
Código 45-031

1º semestre
MAT0112 Vetores e Geometria
MAT0111 Cálculo Diferencial e Integral I
MAC0110 Introdução à Computação
MAE0121 Introdução à Probabilidade e à Estatística I

2º semestre
MAT0122 Álgebra Linear I
MAT0121 Cálculo Diferencial e Integral II
MAP0131 Laboratório de Matemática Aplicada
MAC0122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos
MAE0212 Introdução à Probabilidade e à Estatística II
FAP0126 Física I

3º semestre
MAT0123 Álgebra I
MAT0206 Análise Real
MAT0205 Cálculo Diferencial e Integral III
MAT0222 Álgebra Linear II
FAP0137 Física II

4º semestre
MAT0213 Álgebra II
MAT0226 Equações Diferenciais I
MAT0326 Geometria Diferencial I
MAT0311 Cálculo Diferencial e Integral V

5º semestre
MAT0225 Funções Analíticas
MAT0313 Álgebra III
MAT0317 Topologia
..... optativa livre I

6º semestre
MAT0234 Análise Matemática I
MAT0336 Geometria Diferencial II
..... optativa eletiva I
..... optativa eletiva II
..... optativa livre II

7º semestre
MAT0330 Teoria dos Conjuntos
MAP0413 Equações de Derivadas Parciais
MAT0334 Análise Matemática II
..... optativa eletiva III
..... optativa eletiva IV

8º semestre
MAP0441 Mecânica
MAT0148 Introdução ao trabalho Científico

DISCIPLINAS OPTATIVAS PARA O BACHARELADO EM MATEMÁTICA

disciplina		semestre usual
MAT0232	Geometria Linear	4º
MAT0321	Cálculo Integral	7º
MAT0340	História da Algebra	7º
MAT0350	Introdução aos Fundamentos da Matemática	6º
MAT0359	Lógica	7º
MAT0414	Fundamentos da Geometria	7º
MAT0415	Tópicos de Geometria	7º
MAT0418	Cálculo das Variações	6º
MAT0425	Tópicos de Topologia Algébrica	7º
MAT0426	Introdução à Topologia Algébrica e Diferencial	8º
MAT0427	Tópicos de Geometria Diferencial	8º
MAT0430	História da Matemática II	6º
MAT0450	Seminário de Resolução de Problemas	7º
MAT0460	Tópicos de Matemática I	6º
MAT0461	Tópicos de Matemática II	7º
MAT0462	Tópicos de Matemática III	8º
MAT0501	Anéis de Módulos	6º
MAP0313	Cálculo de Diferenças Finitas	7º
MAP0316	Equações Diferenciais II	7º
MAP0416	Métodos Matemáticos da Física	8º
MAP0419	Pesquisa Operacional	8º
MAP2321	Técnicas em Teoria do Controle	6º
MAP2411	Matemática Industrial I	7º
MAP2421	Matemática Industrial II	8º
MAC0310	Matemática Concreta	7º
MAC0315	Programação Linear	7º
MAC0328	Algoritmos em Grafos	6º
MAC0330	Algoritmos Algébricos	8º
MAC0325	Otimização Combinatória	8º
MAC0414	Autômatos e Linguagens Formais	7º
MAC0427	Programação não Linear	7º
MAE0221	Probabilidade I	7º
MAE0224	Probabilidade II	8º
MAE0311	Inferência Estatística	8º
MAE0312	Introdução aos Processos Estocásticos	7º
MAE0325	Séries Temporais	6º
MAE0428	Pesquisa Operacional II	8º
MAE0515	Introdução à Teoria dos Jogos	8º

Outras disciplinas do IME, que não constam da lista acima, podem ser do interesse do aluno e, não havendo duplicidade com conteúdos de disciplinas obrigatórias, são geralmente aceitas como disciplina optativa eletiva (ou da área). Basta que o estudante interessado faça um requerimento no ato da matrícula. Caso tenha dúvidas a respeito da adequação de alguma disciplina e queira alguma orientação, é conveniente entrar em contato com a Comissão do Bacharelado em Matemática.

REGRAS: O aluno deverá completar 23 créditos em disciplinas optativas. Desses 23 créditos, no mínimo 16 devem ser obtidos em disciplinas oferecidas pelo IME e aprovadas para tal fim (optativas eletivas) Além disso, é obrigatório que ao menos uma das disciplinas optativas escolhidas esteja entre as seguintes: Lógica (MAT 0359), Topologia Algébrica e Diferencial (MAT 0426) e Cálculo Integral (MAT0321). Pelo menos 7 créditos deverão ser obtidos em disciplinas optativas fora da área (disciplinas de fora do IME, chamadas optativas livres).