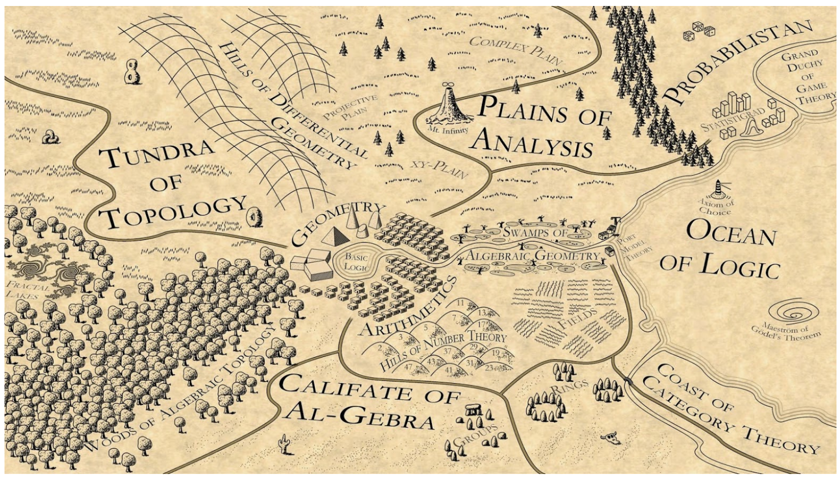
Coordenação do Curso de Bacharelado em Matemática

Instituto de Matemática e Estatística • Universidade Federal Fluminense

A Escolha do Currículo em Matemática Pura

O MANUAL



Conteúdo

1. Matemática Pura

O curso de graduação Bacharelado em Matemática da UFF consta nas seguintes linhas de formação:

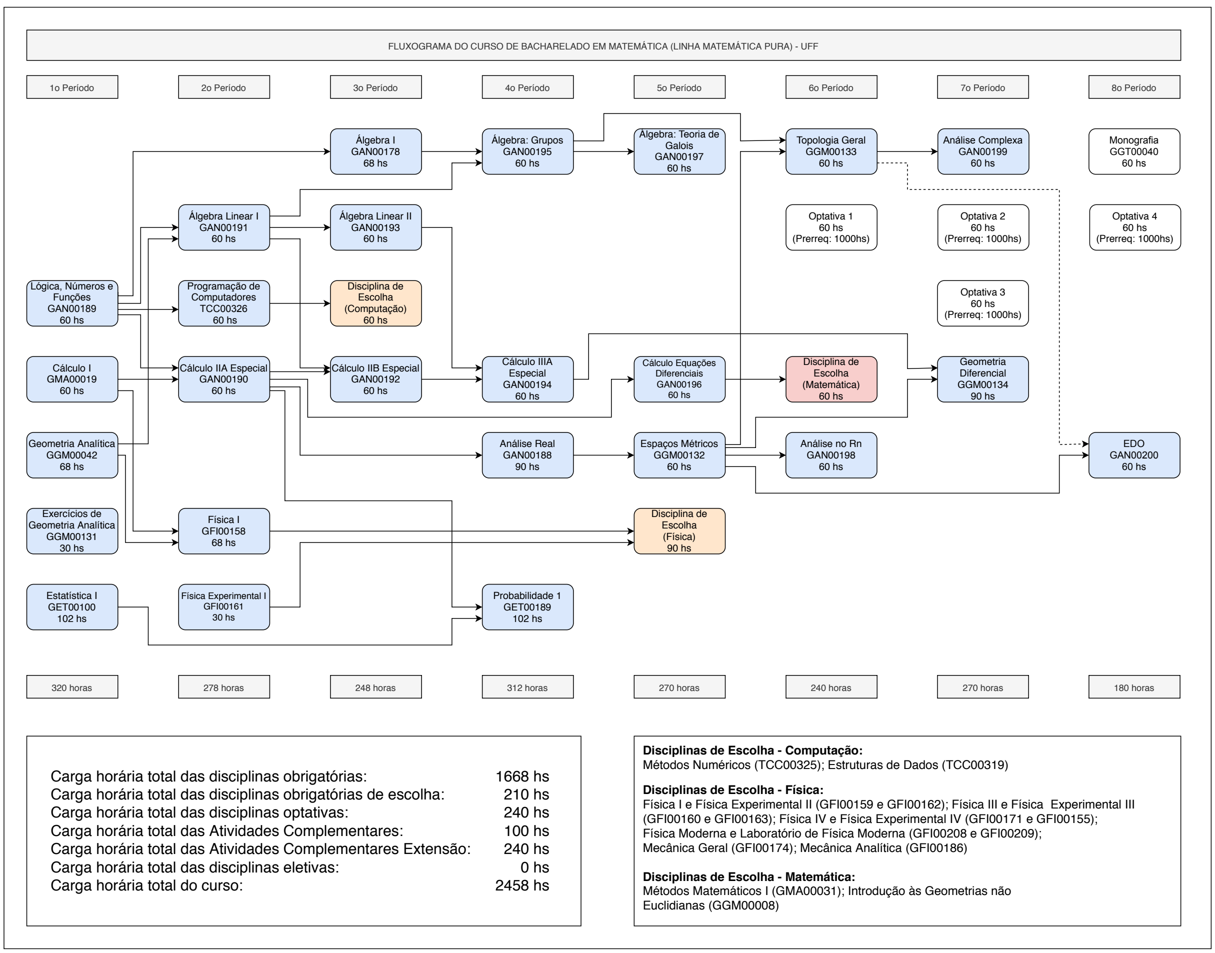
Matemática Pura (1 modelo) e Matemática Aplicada (6 modelos).

A linha **Matemática Pura** tem como principal objetivo a formação de profissionais com preparação abrangente e flexível, também – mas não somente – voltados para as atividades de pesquisa científica e docência em nível superior em Matemática. Nela são aprofundados os conhecimentos no âmbito de álgebra, análise, geometria, lógica e matemática discreta.

A matriz curricular pode ser baixada aqui, selecionando, na aba dos cursos, '*20-Matemática*' e depois o currículo '*20.01.005*'.

OutrasMais informações de caracter geral encontram-se neste blog.

Fluxograma e periodização do currículo Matemática Pura



Para complementar a formação do bacharel conforme o perfil escolhido, o curso oferece, além das disciplinas obrigatórias, dois tipos de disciplinas:

disciplinas de escolha **disciplinas optativas**

Os discentes deverão selecionar **três** disciplinas de escolha (ver página 7) e **quatro** disciplinas optativas (p. 9) no total.

Pequeno dicionário útil:

área de ênfase: linha de aprofundamento de estudos na área de conhecimento do curso.

carga horária (CH): quantidade de tempo mensurada em horas destinada a cada disciplina (horas-aula e avaliações).

colegiado de curso: órgão deliberativo responsável pela coordenação didática de cada curso, constituído por representantes de cada departamento que participe do respectivo ensino (GAN, GET, GGM, GMA) e por representantes discentes, e presidido pelo coordenador de curso.

currículo: conjunto de disciplinas e atividades a ser cumprido pelo discente para a obtenção do diploma do curso de graduação no qual está matriculado.

disciplina obrigatória: disciplina considerada como imprescindível para a formação básica e profissional, de acordo com as diretrizes curriculares dos cursos de graduação.

disciplina obrigatória de escolha: disciplina obrigatória, de escolha do discente, dentre uma lista previamente estabelecida no projeto pedagógico do curso.

disciplina optativa: disciplina de livre escolha do discente, dentre uma lista previamente estabelecida pelo colegiado de curso, com o objetivo de ampliar sua formação profissional.

ementa: tópicos do conteúdo programático de uma disciplina ou atividade integrante do currículo de um curso.

pré-requisito: disciplina cujo conteúdo programático é indispensável para a compreensão e apreensão de conteúdos de outras disciplinas.

projeto pedagógico de curso: documento que explicita os fundamentos teórico-metodológicos, os objetivos, o tipo de organização e as formas de implementação e avaliação do curso de graduação.

2. Áreas de Ênfase

As disciplinas optativas estão agrupadas em áreas de ênfase, e várias delas são comuns a duas ou mais áreas.

ênfase	disciplina	página
Álgebra & Geometria	Álgebra - Anéis ☺	9
	Geometria Projetiva	10
	Introdução à Criptografia	12
	Introdução às Curvas Algébricas ☺	15
	Teoria Analítica de Números	18
	Teoria das Representações ☺	18
Análise & EDPs	Análise Funcional ☺	9
	Introdução aos Problemas de Evolução	14
	Introdução aos Métodos Variacionais ☺	14
	Medida e Integração ☺	16
	Métodos Matemáticos I ⚠	7
	Métodos Matemáticos II	16
	Otimização	17
	Probabilidade Intermediária	17
Geometria & Topologia	Geometria Diferencial II	10
	Geometria Projetiva	10
	Grupo Fundamental e Espaços de Recobrimento ☺	11
	Introdução à Análise Geométrica	12
	Introdução às Curvas Algébricas	15
	Introdução às Geometrias não Euclidianas ⚠	7
	Teoria de Lie Elementar ☺	18
	Teoria das Representações	18
	Variedades Diferenciáveis ☺	19
Lógica & Fundações	História e Filosofia da Matemática	11
	Introdução à Teoria dos Conjuntos ☺	13
	Lógica Matemática ☺	15
	Tópicos de Lógica Matemática ☺	19
Matemática Discreta	Introdução à Análise Combinatória ☺	12
	Introdução à Teoria dos Conjuntos ☺	13
	Introdução à Teoria de Grafos ☺	13
	Introdução à Teoria Espectral de Grafos	14
Sistemas Dinâmicos	Análise Funcional	9
	Introdução aos Sistemas Dinâmicos ☺	15
	Medida e Integração ☺	16
	Métodos Matemáticos I ⚠	7
	Métodos Matemáticos II	16
	Probabilidade Intermediária	17
	Sistemas Dinâmicos e Aplicações	17
	Variedades Diferenciáveis ☺	19

Legenda

☺ Disciplina âmago da área de ênfase.

⚠ Esta disciplina (de escolha, p. 7) pode ser convertida em optativa, caso não tenha tido escolhida previamente.

3. Recomendações gerais

☞ Primeiramente, individualizar as áreas de ênfase segundo os próprios interesses e gosto.

☞ Explorar pelo menos duas áreas de ênfase, conforme uma das seguintes partições:

3+1: três disciplinas na área **X** e uma na área **Y**

1	2	3
1		

Exemplo: *Teoria de Lie Elementar* + *Teoria das Representações* + *Introdução às Curvas Algébricas* + *Introdução à Teoria dos Conjuntos.*

2+2: duas disciplinas na área **X** e duas na área **Y**

1	2
1	2

Exemplo: *Métodos Matemáticos II* + *Medida e Integração* + *Introdução à Teoria de Grafos* + *Introdução à Teoria Espectral de Grafos.*

2+1+1: combinação de disciplinas distribuídas em três áreas **X**, **Y**, **Z**

1	2
1	
1	

Exemplo: *Introdução à Análise Geométrica* + *Variedades Diferenciáveis* + *História e Filosofia da Matemática* + *Teoria Analítica de Números.*

1+1+1+1: quatro disciplinas em 4 áreas **X**, **Y**, **Z**, **W** diferentes

1
1
1
1

Exemplo 1: *Lógica Matemática* + *Introdução aos Sistemas Dinâmicos* + *Álgebra-Anéis* + *Grupo Fundamental e Espaços de Recobrimento.*

Exemplo 2: *Introdução à Teoria dos Conjuntos* + *Álgebra-Anéis* + *Análise Funcional* + *Teoria de Lie Elementar.*

As optativas podem ser cursadas na ordem favorita, mas sempre respeitando as precedências disciplinares (pré-requisitos).

☞ Não concentrar o plano de estudos em uma única área de ênfase

~~1~~	~~2~~	~~3~~	~~4~~

Exemplos de escolhas inválidas:

- *Introdução aos Problemas de Evolução* + *Introdução aos Métodos Variacionais* + *Análise Funcional* + *Medida e Integração*: todas as disciplinas têm ênfase analítica (embora as últimas duas também apareçam em outra área).
- *Álgebra-Anéis* + *Teoria Analítica de Números* + *Introdução à Criptografia* + *Geometria Projetiva*: todas pertencem à área algébrico-geométrica.

A aprovação definitiva do currículo individual do discente cabe ao Colegiado de Curso.

🤔 A **Comissão de Orientação Acadêmica** está à disposição para acompanhar os discentes nesta escolha,

- assistindo na montagem do plano de estudos;
- fornecendo indicações e conselhos adaptados à preparação e aos interesses próprios de cada um;
- respondendo a perguntas seja gerais seja específicas, e clareando as perplexidades.

  Exemplos de dúvidas típicas:

  - *Foi complicado passar nas Álgebras Lineares e estou meio perdido/a.*
  - *Me dei bem com os Cálculos e estou meio perdida/o.*
  - *O que posso escolher se estiver interessada/o em descobrir os aspectos teóricos atrás da física?*
  - *Gosto de álgebra e análise no mesmo grau: qual ênfase encalço?*
  - *Que tal uma preparação firme e abrangente para o mestrado?*
  - *Tenho inclinação para a geometria, mas têm duas áreas de ênfase: opto por qual?*
  - *As áreas de ênfase não são disjuntas, e assim não entendo bem qual priorizar.*
  - *Não quero cursar disciplinas difíceis.*
  - *Quais disciplinas são úteis para trabalhar num banco / nas finanças?*
  - *Pretendo ficar na Matemática Pura e ao mesmo tempo explorar suas aplicações.*
  - *Odeio os cálculos (resolver sistemas lineares, calcular integrais etc) mas adoro os assuntos teóricos.*
  - *Posso cursar uma optativa e seu pré-requisito conjuntamente?*
  - *Não tenho preferências, acho, e não sei o que fazer.*
  - *Tem como aprender* K-teoria algébrica*, dado que a matéria não está dentre a oferta?*
  - *O que cursar para conseguir um bom trabalho, mesmo sem fazer mestrado?*
  - *Tive uma experiência horrível com um certo professor. Tem como esquivar-se dele para sempre?*
  - *Quais são as disciplinas âmago de um curso sólido em Matemática Pura?*
  - *Porque não posso reunir as optativas na única área que me importa, deixando detrás as que não gosto?*

    ⋮

✍ Para contatar a Comissão de Orientação Acadêmica

envie um email à Coordenação de Curso com *sujeito "CORAC"* e com *seus dados (nome completo, matrícula)*, explicando com brevidade sua situação.

Um docente será alocado a você e vai entrar em contato.

4. Disciplinas de escolha

O discente deverá escolher **três** disciplinas, uma em cada um dos seguintes conjuntos:

- **Computação** = $\{ C_1, C_2 \}$ no 3º período,
- **Física** = $\{ F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7 \}$ no 5º período,
- **Matemática** = $\{ M_1, M_2 \}$ no 6º período,

para cumprir CH mínima de 210h. Toda disciplina de escolha possui pré-requisitos específicos.

➪ No conjunto **Computação** há

(C_1) **Estruturas de Dados.** **TCC00319**
Objetivos: estabelecer implementações básicas de dados abstratos em programação.
Pré-requisitos: Programação de Computadores.
Ementa: tipo abstrato de dado (tad), implementações alternativas, tipos de tads (pilhas, filas, listas, grafos, árvores), métodos de ordenação interna.

(C_2) **Métodos Numéricos.** **TCC00325**
Objetivos: fornecer procedimentos e recursos práticos para aproximar funções e soluções de equações lineares e diferenciais.
Pré-requisitos: Programação de Computadores. (Recomenda-se cursar junto a, ou depois, Cálculo IIA Especial.)
Ementa: erros e aproximações numéricas, cálculo de raízes de equações, ajuste de curvas (mínimos quadrados, interpolação), resolução numérica de sistemas lineares (métodos diretos e iterativos) e de EDOs (problemas de valor inicial e problemas de contorno).

➪ Pertecem ao grupo **Matemática**

(M_1) **Introdução às Geometrias não Euclidianas.** **GGM00008**
Objetivos: analisar os fundamentos e os resultados fundamentais da geometria elementar em dimensão 2 visando os aspectos axiomáticos.
Pré-requisitos: Cálculo de Equações Diferenciais.
Ementa: axiomas e modelos dos planos euclidiano e hiperbólico, exemplos de outras geometrias.

(M_2) **Métodos Matemáticos I.** **GMA00031**
Objetivos: estudar de forma leve as EDPs clássicas da física matemática apresentando sua resolução por vários métodos.
Pré-requisitos: Cálculo de Equações Diferenciais.
Programa:

(1) Séries de Fourier: funções periódicas e séries, espaço L^2, desigualdade de Bessel, convergência pontual, uniforme e em L^2, identidade de Parseval, séries de senos e cossenos, aplicações ao calculo de séries numéricas, forma complexa
(2) EDPs clássicas da 2ª ordem e problemas de contorno: ondas (métodos de d'Alembert e de Fourier, *método da energia para unicidade e regra do paralelogramo*), calor (condições de fronteira de Dirichlet e Neumann homogéneas, casos particulares de não homogéneas, método de Fourier, *principio do máximo e energia*), Laplace (método de Fourier, o Laplaciano em coordenadas, *principio do máximo, propriedade do valor médio*)
(3) Funções especiais: função gamma, funções de Bessel e de Legendre, aplicações a EDPs.

➪ O agrupamento **Física** consiste em

(F_1) **Física II + Física experimental II** (60h teoria +30h prática) **GFI00159 + GFI00162**
Pré-requisitos: Física I, Cálculo IIA Especial.
Ementa: força e campo elétrico, leis da eletrostática, capacitores e dielétricos, corrente elétrica e resistência, força e campo magnético, leis do magnetismo, materiais magnéticos, indução magnética, equações de Maxwell, circuitos lineares.

Medidas, osciloscópio, capacitores, circuitos RLC, verificação experimental de leis.

(F_2) **Física III + Física experimental III** (60h teoria +30h prática) **GFI00160+ GFI00163**
Pré-requisitos: Física I, Cálculo IIA Especial.
Ementa: mecânica das ondas, óptica, temperatura, leis da termodinâmica, teoria cinética dos gases, máquinas térmicas, fluídos e elasticidade.

Calorimetria, hidrostática, hidrodinâmica, leis da ótica geométrica, polarização, propagação, interferência e difração, laser.

(F_3) **Física IV + Física experimental IV** (60h teoria +30h prática) **GFI00171+ GFI00155**
Pré-requisitos: Física I, Análise Real.
Ementa: teoria da relatividade especial, mecânica quântica, tabela periódica, semicondutores, núcleo atômico, partículas elementares, universo em expansão.

Multímetros, medidas magnéticas e de fontes térmicas, espectroscopia, experimentos sobre electrons, osciloscópio.

(F_4) **Física Moderna + Laboratório de Física Mod.** (60h teoria +30h prática) **GFI00208+GFI00209**
Pré-requisitos: Física I, Geometria Diferencial.
Ementa: relatividade especial, radiação do corpo negro (lei de Plank e quantização da energia), espectro atômico e modelo de Bohr, propriedades ondulatórias das partículas, equações de Schrõdinger, átomos de hidrogênio e efeito Zeeman.

Experimentos de Michelson-Morley, de Millikan e de Frank-Hertz, espalhamento de Rayleigh, lei de Stefan-Boltzmann, efeito fotoelétrico, espectroscopia, difracão de elétrons.

(F_5) **Mecânica Geral I** (96h teoria) **GFI00174**
Pré-requisitos: Física I, Análise Real.
Ementa: mecânica newtoniana de uma partícula, energia, oscilações, problema de dois corpos, gravitação, forças centrais, dinâmica de sistemas de partículas, referenciais não inerciais, corpos rígidos.

(F_6) **Mecânica Analítica** (96h teoria) **GFI00186**
Pré-requisitos: Física I, Geometria Diferencial.
Ementa: princípio de d'Alembert, princípio variacional de Hamilton, equações de Lagrange, extensão a sistemas não holônomos, pequenas oscilações e modos normais de vibração, dinâmica do corpo rígido, equações de Hamilton, transformações canônicas, teoria de Hamilton-Jacobi.

(F_7) **Mecânica Quântica I** (96h teoria) **GFI00194**
Pré-requisitos: Física I, Análise Complexa (Análise Funcional, ou Teoria das Representações, útil).
Ementa: interpretação probabilística clássica, relações de de Broglie e equação de Schrödinger, estados quânticos e interpretação estatística da função de onda, representações de momento e posição, equação de Schrödinger estacionária, simetrias e leis de conservação, quebra espontânea de simetria, postulados da mecânica quântica.

Objetivos e programas detalhados deste grupo encontram-se neste site.

5. Disciplinas optativas

O programa dispõe de um acervo abrangente de disciplinas de livre escolha. As **quatro** optativas podem ser escolhidas à partir do 6º período e após ter acumulado 1000h de atividades.

Toda disciplina optativa possui

- pré-requisitos específicos;
- CH teórica de 60h, exceto onde expressamente indicado. Para integralizar o currículo deverão ser cumpridas 240h no mínimo;
- programa próprio. A inclusão de *tópicos opcionais* depende da preparação e do interesse dos discentes compondo a turma, e fica à critério do docente que ministra a disciplina.

A ativação das optativas (criação de turmas) em um dado período depende da demanda discente e cabe à Coordenação do Curso.

ÁLGEBRA – ANÉIS. ☺ **GGT00066**

Objetivos: aprender as propriedades elementares de anéis e ideais, preparar ao estudo da geometria algébrica e da álgebra comutativa.

Pré-requisitos: Álgebra linear II, Álgebra - Grupos, Álgebra - Teoria de Galois (Topologia Geral útil).

Programa

(1) Teoria de base: anéis e ideais, homomorfismos e isomorfismos, ideais principais, primos e maximais, teorema de Krull, (nil)radical e quocientes, domínios euclidianos, principais e de fatoração única
(2) Ideais: espectro de um anel, topologia de Zariski do espectro, variedades e ideais (irredutibilidade e primalidade), exemplos
(3) Localização: propriedades locais, exemplos, anéis locais, imersão de domínios, lema de Nakayama, teorema chinês do resto
(4) Condições de cadeias: anéis noetherianos e artinianos, teorema da base de Hilbert, propriedades espectrais
(5) *Álgebra comutativa: álgebras polinomiais e propriedades, Nullstellensatz, decomposição primária para anéis noetherianos, teorema da dimensão de Krull.*

ANÁLISE FUNCIONAL. ☺ **GGT00049**

Objetivos: introduzir o estudo dos espaços vetoriais topológicos, em particular de dimensão infinita (espaços de Banach e Hilbert), focando em espaços de sequências, de funções e de operadores.

Pré-requisitos: Análise Real, Espaços Métricos.

Programa:

(1) *Revisão de espaços quocientes, lema de Zorn, existência de bases para espaços vetoriais, topologia dos espaços métricos*
(2) Espaços normados: definição e exemplos, completamentos, espaços de Banach, contrações e teoremas do ponto fixo, espaço de funções (contínuas) e espaço de operadores lineares (fechados, limitados)
(3) Sequências: espaços ℓ^p, $p \in [1,\infty)$, desigualdades de Hölder e Minkowski, convolução, dual topológico de ℓ^p, representação
(4) Espaços reflexivos: espaços vetoriais localmente convexos, exemplos
(5) Teoremas fundamentais: Hahn-Banach (forma analítica e formas geométricas), categoria de Baire, limitação uniforme, aplicação aberta e gráfico fechado
(6) Espaços de Hilbert: norma e produto interno, espaço L^2, sistemas ortogonais, representação de Riesz, operadores adjuntos, projeções, decomposição polar de operadores limitados
(7) *Operadores compactos: propriedades, operadores traço, teorema espectral para operadores compactos auto-adjuntos em espaços de Hilbert*

(8) *Topologias: fraca, forte, $*$-fraca, compactificação de Stone-Čech, teorema de Stone-Weierstrass*
(9) *Teoria espectral de operadores lineares fechados: tipos de espectro, resolvente, raio espectral*
(10) *Álgebras de operadores: álgebras de Banach, teorema de Gelfand-Mazur, espaço e transformada de Gelfand, C^*-álgebras, teorema de Gelfand-Najmark, aplicações à mecânica quântica.*

GEOMETRIA DIFERENCIAL II. **GGT00050**

Objetivos: utilizar conceitos geométricos locais para a obtenção de resultados globais na geometria de curvas e superfícies.
Pré-requisitos: Geometria Diferencial.
Programa:

(1) Campos vetoriais, transporte paralelo e geodésicas
(2) Teorema de Gauss-Bonnet e aplicações
(3) Aplicação exponencial, superfícies completas, teorema de Hopf-Rinow
(4) Teorema de Hadamard para superfícies compactas convexas
(5) Fórmulas de variação da energia
(6) Equações de Gauss-Codazzi-Mainardi e teorema de Bonnet
(7) Campos de Jacobi e pontos conjugados
(8) Teorema de Cartan-Hadamard para superfícies.

GEOMETRIA PROJETIVA. **GGT00051**

Objetivos: solidificar o conhecimento da álgebra linear através da linguagem e dos métodos da geometria projetiva e da álgebra multilinear, visando o estudo da geometria contemporânea.
Pré-requisitos: Álgebra Linear II.
Programa:

(1) Espaços projetivos: espaços e subespaços, transformações projetivas, PGL$(n,\mathbb{R})$, pontos fixos, projeções centrais
(2) Coordenadas: posição geral, referenciais e coordenadas homogêneas, representação de subespaços, coordenadas afins/não homogêneas, completamentos projetivos
(3) Dualidade: espaço projetivo dual, correspondência de dualidade, sistemas lineares de hiperplanos, feixes, *teoremas de Desargues e Pappus, espaços projetivos abstratos (axiomática projetiva)*
(4) Retas projetivas: $\mathbb{RP}^1$, razão cruzada, $\mathbb{CP}^1$, projeção estereográfica, esfera de Riemann, compactificações, *aplicação à geometria hiperbólica e esférica*
(5) Hipersuperfícies: polinômios homogêneos, hipersuperfícies afins/projetivas, interseção com hipersuperfícies, espaço tangente, pontos singulares
(6) Álgebra multilinear: álgebra tensorial, formas alternantes, álgebra exterior, forma de volume e orientação, formas decomponíveis, quádrica de Klein, α- e β-planos, Grassmannianas, mergulho de Plücker
(7) *Complexificação: $\mathbb{RP}^2$, pontos reais, $\mathbb{CP}^2$, retas isótropas, pontos cíclicos, circunferências*
(8) *Quádricas: classificação projetiva (e afim, euclidiana), polaridade, razão cruzada, diâmetros, centros, assíntotas, eixos, focos*
(9) *Curvas algébricas planas: propriedades locais, teorema de Bézout, inflexões, sistemas lineares, feixes de cônicas, fórmulas de Plücker, gênero, relação com as superfícies de Riemann.*

GRUPO FUNDAMENTAL E ESPAÇOS DE RECOBRIMENTO. ☺ **GGT00052**

Objetivos: apresentar os fundamentos e aproximar ao estudo da topologia algébrica através da investigação das primeiras ligações entre topologia, álgebra e geometria.
Pré-requisitos: Topologia Geral, Cálculo IIIA Especial, Álgebra - Grupos.
Programa:

(1) *Revisão: homotopia de funções, homotopias relativas, retrações e deformações, espaços contráteis, homotopia de caminhos, π_1, dependência do ponto base, funtorialidade, cálculos (espaços contráteis, produtos), grupóide fundamental*
(2) Espaços de recobrimento: levantamento de caminhos e homotopias, mapa exponencial, cálculo de grupos fundamentais ($S^1, S^n, \mathbb{RP}^n$)
(3) Aplicações: teorema fundamental da álgebra, teorema do ponto fixo de Brouwer, teorema de Borsuk-Ulam, *curvas e teorema de Jordan, invariança de domínio, mergulho de grafos no plano, número de volta, fórmula integral de Cauchy*
(4) Teorema de Seifert-van Kampen: soma direta e produto livre de grupos, grupos livres, teorema de Seifert-van Kampen, π_1 do wedge, adjunção de 2-cela, *espaços com π_1 arbitrário*
(5) Superfícies: definição e construção, cut-and-paste, orientabilidade, somas conexas, triangulações, caraterística de Euler, π_1 de superfícies compactas, classificação de superficies compactas orientadas
(6) Classificação de espaços de recobrimento: levantamento de caminhos, funções e homotopias, equivalências, transformações deck, recobrimento universal e construção, ação de monodromia, classificação, recobrimentos regulares e subgrupos normais
(7) *Grupos e ações: grupos topológicos, conexidade, π_1, ações contínuas e propriamente descontínuas, quocientes, correspondência com recobrimentos regulares, espaços de recobrimento e subgrupos de grupos livres.*

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA MATEMÁTICA. **GGT00053**

Objetivos: instrumentalizar o estudante de ferramentas histórico-matemáticas para que este possa ter uma visão geral e inter-relacionada das várias áreas do conhecimento matemático básico, reconhecendo também de seus problemas epistemológicos.
Pré-requisitos: nenhum (recomenda-se familiaridade com Álgebra - Grupos, Análise Real).
Programa:

(1) Origens: contagem, medidas, sistemas de numeração, problema ontológico
(2) Grécia: indivisíveis, proporções, quantidades infinitamente pequenas, paradoxos de Zenão, escola pitagórica, problemas clássicos (quadratura do círculo, trissecção do angulo, duplicação do cubo), modelo dedutivo e *Os Elementos*, platonismo, lógica aristotélica
(3) Método científico (Galilei-Bacon): renascimento e racionalismo, *perspectiva (geometria projetiva)*, introdução de métodos algébricos na geometria: Descartes (coordenadas) e Fermat (lugares geométricos), sistemas axiomáticos-dedutivos
(4) Álgebra: equações algébricas, Escola de Bolonha (Bombelli e $\mathbb{C}$, Cardano, Tartaglia, Ferrari), não resolubilidade por radicais (Abel-Ruffini), ideia da teoria de Galois
(5) Análise: o cálculo de Newton e Leibniz (mecânica, curvas, séries, diferencial), passagem à análise, conceitos de função e continuidade (Weierstrass, Dirichlet, Riemann)
(6) Geometria: Programa de Erlangen (Klein), grupos de transformações e hierarquias geométricas (Cayley, Lie), geometrias não euclidianas (Playfair, Gauss, Bolyai-Lobatchevskĭi-Beltrami, Riemann), exemplos de sistemas axiomáticos
(7) Teoria dos conjuntos: teoria intuitiva de Cantor-Dedekind, cardinais, $\aleph_0, \aleph_1$, aritmetização da análise (construções de $\mathbb{R}$ por Dedekind e Cauchy), crise das fundações e antinomia de Russell, teoria ZF, indecidibilidade (axioma da escolha, *hipótese do contínuo, problema da palavra*), incompletude essencial da aritmética de Peano-Dedekind

(8) Aspectos filosóficos modernos: logicismo (Frege), formalismo (Hilbert), verdade v. demonstrabilidade (Gödel, Tarski), falsificacionismo (Popper), revoluções científicas (Kuhn) e exemplos, *post-modernismo (Feyerabend, Lakatos), estruturalismo (Bourbaki, Benacerraf), realismo (Quine, Putnam)*

(9) Panorama contemporâneo: geometria/álgebra (variedades, Grothendieck, moduli), topologia (Poincaré, geometrização), álgebra universal/categorias, computação (von Neumann, Turing, Church), física teórica, teoremas com longa história (Wiles, 4 cores, grupos finitos, Millennium Prize Problems, números primos / irracionais / transcendentes etc.).

INTRODUÇÃO À ANÁLISE COMBINATÓRIA. ☺ (68h) **GAN00180**

Objetivos: levar o aluno a desenvolver uma atitude combinatória que examina todas as possibilidades e as analisa como suporte para uma tomada de decisão, e usar análise combinatória para resolver problemas de matemática e de outras áreas (computação, física, biologia etc.).

Pré-requisitos: nenhum.

Programa:

(1) *Revisão de conjuntos e princípio de indução, princípios aditivo e multiplicativo*
(2) Combinações e números binomiais, princípio de inclusão-exclusão
(3) Relações de recorrência
(4) Princípio da casa dos pombos, aplicações na matemática e outras áreas
(5) Aspectos combinatórios em teoria de grafos.

INTRODUÇÃO À ANÁLISE GEOMÉTRICA. **GGT00068**

Objetivos: estudar problemas geométrico-topológicos (em curvas e superfícies) por meio de métodos analíticos (EDPs) e vice versa. Fornecer introdução ao cálculo variacional, à geometria diferencial local e à análise global em variedades.

Pré-requisitos: Geometria Diferencial.

Programa:

(1) Evolução de curvas planas pela curvatura
(2) Teorema de Fary-Milnor
(3) Vizinhanças tubulares e teorema de Weyl sobre o volume de tubos
(4) Campos vetoriais e teorema de Poincaré-Hopf
(5) Formas harmônicas e cohomologia de de Rham
(6) Teorema de Obata
(7) Teorema de uniformização.

INTRODUÇÃO À CRIPTOGRAFIA. **GGT00054**

Objetivos: estudo sobre a aritmética modular, a criptografia de chave privada e pública, apresentação do criptossistema RSA com aplicação à primalidade de números inteiros, e do criptossistema ElGamal e suas aplicações.

Pré-requisitos: Álgebra 1, Álgebra Linear I, Álgebra - Grupos.

Programa:

(1) Introdução: objetivos, nomenclaturas e objetos básicos, tabela ASCII.
(2) Números inteiros: algoritmo euclidiano, algoritmo euclidiano estendido, algoritmo chinês dos restos, equações diofantinas
(3) Aritmética modular: congruência módulo, pequeno teorema de Fermat, anel dos inteiros módulo m, corpos finitos
(4) Grupos: grupos, subgrupos, grupos cíclicos, teorema de Lagrange, função de Euler
(5) RSA: criptossistema RSA, primos de Fermat e de Mersenne, infinidade de números primos
(6) ElGamal: problema do logaritmo discreto, criptossistema ElGamal

(7) Curvas elípticas: forma de Weierstrass, estrutura de grupo, criptossistema ElGamal e variante de Menezes-Vanstone.

INTRODUÇÃO À TEORIA DOS CONJUNTOS. ☺ **GGT00055**

Objetivos: apresentar a teoria dos conjuntos como uma linguagem adequada para a fundamentação da matemática e, também, como um ramo da matemática propriamente dito. Para esse fim, os principais desenvolvimentos são: uma apresentação intuitiva das noções de conjunto, relações e funções e, a seguir, um estudo da teoria axiomática mais difundida, a saber, a de Zermelo-Fraenkel, culminando com um tratamento rigoroso das noções de números ordinais e cardinais. Nesse âmbito, apresentar informalmente a indecidibilidade do axioma da escolha e da hipótese do contínuo, apontando a existência de certos limites na formalização da matemática.
Pré-requisitos: nenhum.
Programa:

(1) O papel da teoria dos conjuntos na matemática: o que é teoria dos conjuntos, teoria dos conjuntos como linguagem e como ramo de investigação
(2) Álgebra dos conjuntos: pertinência, igualdade e inclusão, conjunto vazio e conjunto universo, operações básicas sobre conjuntos: união, interseção, diferença, complementação, conjunto das partes, álgebra dos conjuntos, álgebras booleanas, representação de Stone
(3) Relações: pares ordenados, sequências e produto cartesiano, relações binárias e n-árias, operações básicas: composição, reversão e cilindrificação, álgebra das relações, álgebras relacionais, álgebras cilíndricas, não representabilidade e representabilidade relativa, relações de equivalência (partições e conjunto quociente), relações de ordem (elementos extremos, supremos, ínfimos, reticulados)
(4) Funções: bijeções e funções inversas, funções monótonas, isomorfismos de conjuntos ordenados, tipos de ordem, famílias (união, interseção e produto cartesiano generalizados), boa ordenação, ordinais
(5) Axiomas de Zermelo-Fraenkel-Skolem: paradoxos na teoria intuitiva dos conjuntos, linguagem da teoria ZF, hierarquia acumulativa, axiomas da teoria ZF, noção de classe, teorema da recursão e principais consequências
(6) Axioma da escolha: axiomas ZFC, formas do axioma da escolha, lema de Zorn, teorema da boa ordenação
(7) Conjuntos finitos e infinitos: conjuntos finitos, infinitos, enumeráveis e não enumeráveis, teorema de Cantor, números ordinais e aritmética, números cardinais e aritmética, teorema de Schröder-Bernstein, hipótese do continuo, cardinais inacessíveis.

INTRODUÇÃO À TEORIA DE GRAFOS. ☺ **GGT00056**

Objetivos: introduzir os conceitos básicos de teoria dos grafos e estudar problemas clássicos da área.
Pré-requisitos: nenhum.
Programa:

(1) Conceitos, definições e notações básicas de grafos: grafos, subgrafos, isomorfismos, grau, caminhos, classes de grafos
(2) Construção de grafos a partir de outros grafos: união, interseção, junção, produto cartesiano
(3) Conectividade, árvores e caracterização, corte de vértices e de arestas
(4) Grafos eulerianos: teorema de Euler
(5) Grafos hamiltonianos: condição necessária, teoremas de Ore e de Dirac
(6) Emparelhamentos: teorema de Berge, emparelhamentos em grafos bipartidos, teoremas de Kőnig e de Hall
(7) Coloração de vértices (teorema de Brooks, algoritmo guloso) e de arestas (teorema de Vizing)
(8) Grafos planares: número limitado de arestas, teorema de Kuratowski, coloração de grafos planares e periplanares

(9) Digrafos.

INTRODUÇÃO À TEORIA ESPECTRAL DE GRAFOS. **GGT00057**

Objetivos: apresentar a teoria espectral de grafos, investigando as relações entre parâmetros de grafos e o espectro das diversas matrizes associadas a grafos. Solidificar conhecimentos de álgebra linear.

Pré-requisitos: Álgebra linear 1, Introdução à Teoria de Grafos.

Programa:

(1) Matriz de adjacência: coeficientes do polinômio característico, grafos co-espectrais, grafos integrais, energia
(2) Grafos regulares e bipartidos: propriedades espectrais de grafos regulares e bipartidos
(3) Medidas de centralidade: centralidade de grau e centralidade de autovetor
(4) Matriz laplaciana: conectividade algébrica, vetor de Fiedler, grafos laplacianos integrais
(5) Grafos threshold: espectro laplaciano
(6) *O teorema da matriz árvore: determinação do número de árvores geradoras.*

INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS VARIACIONAIS. ☺ **GGT00058**

Objetivos: apresentar os tópicos necessários para o estudo das soluções fracas de problemas elípticos lineares de 2ª ordem.

Pré-requisitos: Espaços Métricos, Análise em $\mathbb{R}^n$.

Programa

(1) *Teoria de Lebesgue na reta: conjuntos mesuráveis, medida de Lebesgue, funções mesuráveis, integral de Lebesgue, teoremas de integração, espaços $L^p(a,b)$, desigualdade de Hölder*
(2) Distribuições na reta: espaços $C_0^\infty(a,b)$, $D(a,b)$, derivadas de distribuições, distribuições geradas por funções $L^p_{\text{loc}}(a,b)$, delta de Dirac, teorema de du Bois-Reymond
(3) Espaços de Sobolev: $W^{m,p}(a,b)$, $H^m(a,b)$, derivadas fracas e distribuicionais, teorema de prolongamento, teorema de traço, imersões contínuas e compactas
(4) Extensão de (1)-(3) para abertos limitados em $\mathbb{R}^2$ com fronteira regular
(5) Espaços de Hilbert: operadores limitados, representação de Riesz, teorema da projeção sobre convexos fechados, teorema de Lax-Milgram
(6) Soluções fracas de problemas elípticos lineares de 2ª ordem.

INTRODUÇÃO AOS PROBLEMAS DE EVOLUÇÃO. **GGT00059**

Objetivos: apresentar os tópicos necessários para o estudo de soluções fracas de equações parabólicas e hiperbólicas lineares.

Pré-requisitos: Espaços Métricos, Análise em $\mathbb{R}^n$.

Programa:

(1) Espaços de Sobolev $W^{m,p}(U)$, $H^m(U)$, derivadas fracas, derivadas distribuicionais, completude, espaços H_0^m, H^{-m}, teoremas de prolongamento e de traço, imersões contínuas e compactas
(2) Integral de Bochner: espaços $L^p(0,T;X)$ gerais, $L^p(0,T;L^q(U))$ e $L^p(0,T;H^m(U))$
(3) Espaços de Hilbert, bases ortonormais, bases de autofunções do operador de Laplace.
(4) Equações parabólicas lineares, método de Faedo-Galerkin, problema aproximado, teoremas de existência, unicidade e regularidade
(5) Equações hiperbólicas lineares, método de Faedo-Galerkin, problema aproximado, teoremas de existência, unicidade e regularidade.

INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DINÂMICOS. ☺ GGT00060

Objetivos: introdução à area de sistemas dinâmicos, através do estudo detalhado de exemplos de homeomorfismos e difeomorfismos em dimensão baixa (1 e 2).
Pré-requisitos: Álgebra Linear II, Análise Real, Espaços Métricos.
Programa:

(1) Definições fundamentais da dinâmica topológica: conjuntos limite, conjunto não-errante, conjunto recorrente, conjugação topológica
(2) Dinâmica no intervalo: a família quadrática, outros exemplos
(3) Dinâmica simbólica, deslocamentos de Bernoulli, conjugação com mapas no intervalo
(4) Dinâmica no círculo: rotações racionais e irracionais, difeomorfismos de Morse-Smale, exemplos
(5) Teorema de Sarkovskii, bifurcação de período e teoria kneading
(6) Número de rotação e teoremas de Poincaré e Denjoy, exemplo de Denjoy.
(7) Difeomorfismos de Morse-Smale e estabilidade estrutural
(8) Exemplos em dimensão 2: a ferradura de Smale, automorfismos de Anosov do toro, atratores e aplicação de Hénon
(9) *Introdução à dinâmica complexa.*

INTRODUÇÃO ÀS CURVAS ALGÉBRICAS. ☺ GGT00061

Objetivos: estudo de propriedades elementares de curvas planas definidas por equações polinomiais com foco nos graus 2 e 3, preparação ao estudo da geometria algébrica.
Pré-requisitos: Álgebra linear II, Álgebra - Grupos, Álgebra - Teoria de Galois.
Programa:

(1) Introdução: a equação de uma curva algébrica, exemplos
(2) Teoria da intersecção: definição de intersecção, resultante, teorema dos zeros, multiplicidade e pontos múltiplos
(3) Curvas projetivas planas: plano projetivo e curvas planas projetivas, interseção de curvas projetivas planas, teorema de Bézout
(4) Fórmulas de Plücker: curva polar, pontos de inflexão, curva hessiana, fórmulas de Plücker
(5) Curvas de grau baixo: cônicas, cúbicas (forma normal, invariante modular, estrutura de grupo)
(6) *Teorema de Riemann-Roch: divisores, espaço vetorial de divisores e divisor canônico, teorema de Riemann-Roch.*

INTRODUÇÃO ÀS GEOMETRIAS NÃO EUCLIDIANAS. ⚠ GGM00008

Esta disciplina de escolha pode ser aproveitada como optativa. Descrição na p. 7.

LÓGICA MATEMÁTICA. ☺ GGT00062

Objetivos: apresentar os principais sistemas lógicos e estudar as suas principais propriedades e aplicações. Assim, por esse meio, apresentar e ilustrar a noção geral de sistema formal e mostrar como esses sistemas podem ser usados na análise lógica de certos aspectos da linguagem e dos procedimentos de prova usados em matemática. Um objetivo último é fornecer uma base sólida para a discussão e o entendimento das questões fundamentais relacionadas à prática matemática.
Pré-requisitos: Álgebra 1.
Programa:

(1) Noção de sistema lógico
(2) Lógica sentencial: sintaxe, semântica, validade e consequência finita, decidibilidade, métodos de decisão, complexidade

(3) Lógica de 1ª ordem monádica: sintaxe, semântica, validade e consequência finita, decidibilidade, métodos de decisão, complexidade
(4) Lógica de 1ª ordem: sintaxe, semântica, validade e consequência finita, indecidibilidade, indecidibilidade da consequência na lógica sentencial, métodos de decisão parcial, teoremas de corretude e completude
(5) Limites no poder expressivo da lógica de 1ª ordem: teoremas de compacidade, Löwenheim-Skolem, Löwenheim-Skolem-Tarski
(6) Exemplos de formalização de teorias matemáticas na lógica de 1ª ordem: aritmética de Presburger, aritmética de Peano, teoria dos conjuntos de Zermelo-Fraenkel, teoremas de incompletude
(7) Lógica de 2ª ordem: sintaxe, semântica padrão, exemplos de formalização de teorias matemáticas na lógica de 2ª ordem, incompletude e indecidibilidade, semântica não-padrão e completude.

MEDIDA E INTEGRAÇÃO. ☺ **GGT00063**

Objetivos: estabelecer os fundamentos da moderna teoria da medida como resposta às limitações da teoria da integração de Riemann, incluindo os resultados clássicos sobre integrais e limites, e a noção de continuidade absoluta como base para os teoremas fundamentais do cálculo.
Pré-requisitos: Análise em $\mathbb{R}^n$, Espaços Métricos.
Programa:

(1) *Teoria dos conjuntos: axioma da escolha e equivalentes (lema de Zorn, teorema de boa ordenação)*
(2) Funções mensuráveis: σ-álgebras, funções mensuráveis
(3) Medida: exemplos, convergência quase sempre
(4) Integral de funções mensuráveis não negativas: propriedades, relação com a integral de Riemann, teoremas da convergência monótona, lema de Fatou
(5) Funções integráveis: propriedades, teorema da convergência dominada
(6) Espaços L^p, $1 \leqslant p \leqslant \infty$: desigualdades de Hölder e Minkowski, completude
(7) Sequências de funções mensuráveis: convergência em média, em quase toda parte, em medida, quase uniforme, teorema de Egorov, teorema da convergência de Vitali
(8) Decomposição de medidas: decomposições de Hahn e de Jordan, teorema de Radon-Nikodym, decomposição de Lebesgue, dualidade em L^p
(9) Geração de medidas: construção da medida de Lebesgue
(10) Produto de medidas: teorema de Tonelli, teorema de Fubini.

MÉTODOS MATEMÁTICOS I. ⚠ **GMA00031**

Esta disciplina de escolha pode ser aproveitada como optativa. Descrição na p. 7.

MÉTODOS MATEMÁTICOS II. **GMA00032**

Objetivos: aprofundar a integração de funções de variável complexa e estudar as aplicações de algumas transformadas integrais.
Pré-requisitos: Análise Complexa. (Métodos Matemáticos I, Medida e Integração ou Análise Funcional recomendadas.)
Programa:

(1) Funções holomorfas e analíticas: *revisão*, a exponencial complexa, fórmula de Cauchy, lema de Jordan e teorema dos resíduos, séries de Laurent, polos e singularidades essenciais, *exemplos de integração de funções multivaloradas, ideia atrás das superfícies de Riemann*
(2) Fatos básicos sobre distribuições, delta de Dirac, derivadas distribuicionais, convolução

(3) Transformada de Laplace: definição e propriedades de holomorfia, fórmula de Bromwitch-Mellin, convolução, aplicações (problemas de valor inicial clássicos)
(4) Transformada de Fourier: série de Fourier complexa, transformada em senos e cossenos, teorema de convolução, identidade de Parseval, princípio de causalidade, aplicações.

OTIMIZAÇÃO. **GGT00080**

Objetivos: este curso tem como objetivo propagar as ideias básicas de otimização.
Pré-requisitos: Espaços Métricos, Análise no $\mathbb{R}^n$.
Programa:

(1) Funções reais de várias variáveis: curvas de nível, derivadas parciais, derivadas direcionais, gradientes, teorema da função implícita, derivadas parciais de segunda ordem, matriz hessiana
(2) Otimalidade para problemas sem restrições
(3) Otimalidade para problemas com restrições de igualdade (condições de Lagrange)
(4) Otimalidade para problemas com restrições de (des)igualdade (condições de Karush-Kuhn-Tucker)
(5) Convexidade: conjuntos convexos, funções côncavas e quase-côncavas, problemas de otimização côncava.

PROBABILIDADE INTERMEDIÁRIA. (68h) **GET00066**

Objetivos: apresentação formal e desenvolvimento do conceito de probabilidade, pré-requisito básico para a compreensão dos modelos utilizados em matemática aplicada e estatística.
Pré-requisitos: Probabilidade I. (Medida e Integração recomendada.)
Programa:

(1) Espaços de probabilidade
(2) Probabilidade condicional, independência, teorema de Bayes
(3) Variáveis aleatórias: propriedades, exemplos, transformações
(4) Principais modelos probabilísticos
(5) Esperança matemática: momentos, covariância, desigualdades básicas
(6) Sequências de variáveis aleatórias: tipos de convergência, teoremas da convergência monótona e da convergência dominada.

SISTEMAS DINÂMICOS E APLICAÇÕES. (36h teoria + 24h prática) **GGT00065**

Objetivos: modelagem de problemas, análise qualitativa de sistemas de EDOs, resolução numérica e aplicações.
Pré-requisitos: Cálculo de Equações Diferenciais, Cálculo Numérico.
Programa:

(1) Métodos numéricos para EDOs: métodos de um passo e de passo múltiplo, erros e estabilidade de sistemas de equações
(2) Equações diferenciais não lineares e estabilidade: pontos críticos, órbitas periódicas, estabilidade, linearização, caos e atratores estranhos
(3) Bifurcação de pontos de equilíbrio: sela-nó, bifurcação transcrítica, pitchfork, bifurcação de Hopf e de Bogdanov-Takens
(4) Modelagem de ED de 1ª ordem: sistemas Malthus, Verhulst, misturas &c, simulação do diagrama de fase, análise qualitativa do sistema
(5) Modelagem de ED de ordem superior: sistemas massa-mola, circuitos RLC, predador-presa, SIR &c, simulação do diagrama de fase, análise qualitativa.

TEORIA DE LIE ELEMENTAR. ☺ **GGT00072**

Objetivos: revisão e aprofundamento da álgebra das matrizes, investigação da noção de simetria de um objeto geométrico através de ações e seus invariantes, preparação para o estudo da geometria contemporânea.

Pré-requisitos: Álgebra Linear II, Topologia Geral, Álgebra - Grupos. (Variedades Diferenciáveis muito recomendada).

Programa:

(1) Números complexos: representação matricial, rotações em $\mathbb{C}$, isomorfismo $\mathrm{SO}(2) \cong \mathrm{U}(1)$ (coordenadas polares)
(2) Grupos clássicos: $\mathrm{GL}(n,\mathbb{R}), \mathrm{SL}(n,\mathbb{R}), \mathrm{O}(n), \mathrm{SO}(n), \mathrm{U}(n), \mathrm{SU}(n), \mathrm{GL}(n,\mathbb{C})$, isometrias euclidianas, isomorfismos $\mathrm{SO}(3) \cong \mathbb{RP}^3$, $\mathrm{SU}(2) \cong S^3$
(3) Exponencial de matrizes: série, $\det \circ \exp = \exp \circ \mathrm{tr}$, subgrupos a 1 parâmetro, decomposição polar
(4) Ações de grupos em conjuntos: exemplos, ações efetivas, livres e transitivas, isotropia, espaço das órbitas, homeomorfismo $G/G_x \cong Gx$, espaços homogêneos
(5) Álgebras de Lie: exemplos, matrizes antissimétricas, homomorfismos, ideais, derivações, ad, $\mathfrak{so}(3)$ e produto vetorial, álgebras solúveis e nilpotentes, teorema de Lie-Engels, *diferencial de Chevalley-Eilenberg*, álgebras (semis)simples, enunciado da classificação de Cartan
(6) Grupos de Lie: nomenclatura, homomorfismos e subgrupos, espaço tangente e colchete, álgebra de um grupo, mapa exponencial, grupos abelianos conexos e grupos compactos, ações, órbitas, espaços homogêneos
(7) *Representações: definições, exemplos, lei exponencial, representação adjunta e teorema de Ado, fórmula BCH,* $\mathrm{Ad} \circ \exp = \exp \circ \mathrm{ad}$*, representações irredutíveis, lema de Schur.*

TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES. ☺ **GGT00071**

Objetivos: investigar representações lineares de diversas estruturas algébricas. Consolidar noções de álgebra linear e introduzir a linguagem das categorias. Preparar para estudos avançados como álgebra homológica, teoria de Lie, teoria dos números, física moderna.

Pré-requisitos: Álgebra Linear II, Álgebra - Grupos (Física Moderna útil).

Programa:

(1) Objetos básicos: espaços vetoriais, álgebras de endomorfismos, álgebras associativas, álgebras de grupo, álgebras de Lie, álgebra envelopante
(2) Categorias: categorias, funtores, transformações naturais, funtores adjuntos, extensões de $\mathbb{Z}_p$ por $\mathbb{Z}_p$, funtores representáveis, produto tensorial, funtores exatos e não exatos
(3) Representações de álgebras de dimensão finita: lema de Schur, teoremas de Jordan-Hölder e Krull-Schmidt, caracteres, álgebras semissimples
(4) Grupos finitos e representações: teorema de Maschke e fórmula da soma de quadrados, tabela de caracteres, relações de ortogonalidade
(5) Álgebras de Lie e representações: $\mathfrak{sl}(2)$ e $\mathfrak{sl}(3)$, decomposição em espaços pesos, caracteres, dual, produto tensorial
(6) Interação com a física: colchete de Poisson e de Lie, quantização, relatividade galileana e einsteiniana e os grupos $\mathrm{SO}(3)$ e $\mathrm{SO}(1,3)$, momento angular na mecânica quântica e $\mathfrak{sl}(2)$.

TEORIA ANALÍTICA DOS NÚMEROS. **GGT00070**

Objetivos: consolidar a matéria de funções complexas de importância em teoria de números, em particular para a distribuição de primos. Aprontar o estudo das superfícies de Riemann e da teoria de números.

Pré-requisitos: Álgebra Linear II, Álgebra - Grupos, Análise Complexa.

Programa:

(1) *Revisão de funções complexas, teorema de Liouville, teorema fundamental da álgebra*

(2) Funções elípticas, função de Weierstrass: convergência, equação diferencial
(3) Introdução informal às superfícies de Riemann, exemplo das curvas elípticas
(4) Revisão de grupos e ações, $\mathrm{SL}(2,\mathbb{Z})$, grupo modular, grupos fuchsianos
(5) Séries de Eisenstein, formas modulares em $\mathrm{SL}(2,\mathbb{Z})$, contagem de formas modulares, formas cuspidais
(6) Função θ de Jacobi: propriedades principais
(7) Funções aritméticas, congruências, partições, representação de primos como somas de quadrados
(8) *Fatoração única, infinitude de primos, distribuição de primos, caracteres de Dirichlet e funções L, zeta de Riemann (equação funcional e prolongamento), aplicações à teoria dos números, hipótese de Riemann.*

TÓPICOS DE LÓGICA MATEMÁTICA. ☺ **GGT00064**

Objetivos: apresentar os principais sistemas lógicos e estudar as suas principais propriedades e aplicações. Assim, por esse meio, apresentar e ilustrar a noção geral de sistema formal e mostrar como esses sistemas podem ser usados na análise lógica de certos aspectos da linguagem e dos procedimentos de prova usados em matemática. Um objetivo último é fornecer uma base sólida para a discussão e o entendimento das questões fundamentais relacionadas à prática matemática.
Pré-requisitos: Lógica Matemática.
Programa:

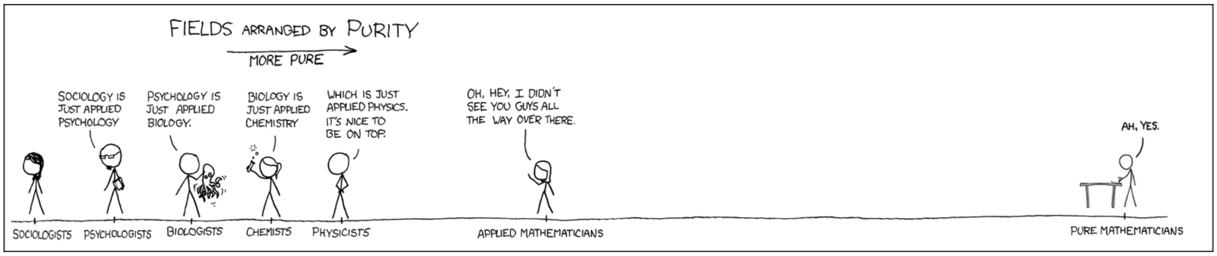
(1) Teoria da recursão: relações e funções recursivas, propriedades dos funcionais recursivos, índices, hierarquia aritmética, noções sobre a hierarquia analítica, noções sobre as relações hiper-aritméticas
(2) Teoria dos modelos: teorema da compacidade, isomorfismos e subestruturas, cardinalidade de modelos, consistência conjunta, teorias completas, categoricidade
(3) Teoria da prova: cálculo dos sequentes, teorema da eliminação dos cortes, dedução natural, teorema de normalização, resolução, noções de programação em lógica.

VARIEDADES DIFERENCIÁVEIS. ☺ **GGT00074**

Objetivos: investigar os objetos básicos da geometria diferencial fornecendo ferramentas algébricas, geométricas, topológicas, analíticas e uma visão global. Aproximar ao estudo de áreas de pesquisa (topologia, geometria riemanniana, complexa, simplética &c, sistema dinâmicos).
Pré-requisitos: Topologia Geral, Álgebra Linear II, Geometria Diferencial (ou Cálculo IIIA Especial ou Análise em $\mathbb{R}^n$).
Programa:

(1) Subvariedades em $\mathbb{R}^n$: diferenciabilidade e espaços tangentes, subvariedades, teorema da função inversa e imersões, submersões, transversalidade, homotopia e estabilidade, teoremas de Sard e Whitney, funções de Morse, variedades com bordo, teorema do ponto fixo de Brouwer, orientabilidade, grau de uma aplicação, campos de vetores, número de Euler
(2) Variedades abstratas: noções gerais através de exemplos (produtos, esferas, espaços projetivos &c)
(3) Grupos de Lie: ações e órbitas, espaços homogêneos, homomorfismos e recobrimentos, mapa exponencial, ideia de fibrado (vetorial, principal)
(4) *Formas diferenciais e complexo de de Rham em* $\mathbb{R}^3$ *(gradiente, rotacional, divergência), formas de volume e orientabilidade.*

Parabéns por ter escolhido de se formar em Matemática Pura!



6. Olhando em frente: pós-graduação

Quem estiver contemplando um mestrado acadêmico, ou simplesmente é curioso, pode consultar o site da Pós-Graduação em Matemática da UFF.

Eis nossos grupos de pesquisa oficiais:

ÁLGEBRA E GEOMETRIA ALGÉBRICA: $\mathscr{I}\big(\mathscr{V}(J)\big) = \sqrt{J}$

a pesquisa nesta linha dedica-se ao estudo de estruturas algébricas e objetos geométricos definidos por condições algébricas. Dentre os tópicos de interesse destacam-se: teoria algébrica de singularidades, geometria global de folheações, álgebras de Lie, de vértice, de Hecke e suas representações, espaços de moduli de curvas algébricas e tropicais, fibrados de Higgs e variedades quiver.

Professores: *Alex Abreu, Antonio Nigro, João Hélder Rodrigues, Juliana Coelho, Marco Pacini, Nivaldo Medeiros, Paula Veloso, Rodrigo Salomão, Valeriano Lanza.*

ANÁLISE E MATEMÁTICA APLICADA: $\dfrac{\partial \mathscr{L}}{\partial q} = \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\dfrac{\partial \mathscr{L}}{\partial \dot{q}}$

esta linha reúne docentes cujos interesses são bastante diversos e, ainda assim, incluem tópicos de investigação em comum. Dentre os tópicos de interesse, destacam-se: EDPs, teoria de controle, teoria dos jogos, biomatemática, dinâmica de fluidos e finanças quantitativas.

Professores: *Aldo Bazan, Ana Maria Fassarella, Carlos Guzmán, Juan Limaco, Luiz Viana, Max Souza, Ralph Teixeira, Reginaldo Demarque, Vitor Balestro.*

GEOMETRIA COMPLEXA E FOLHEAÇÕES: $[\mathscr{D},\mathscr{D}] \subseteq \mathscr{D}$

nesta linha estudam-se propriedades geométricas de variedades complexas e equações diferenciais complexas, em particular temas relacionados com: geometria analítica, espaços de moduli de conexões e estruturas projetivas, teoria de singularidades, sistemas dinâmicos analíticos complexos discretos e contínuos, folheações holomorfas.

Professores: *Gabriel Calsamiglia, Javier Ribón, Maycol Falla, Plinio Murillo, Thiago Fassarella.*

GEOMETRIA DIFERENCIAL: $\mathrm{d}^* F + [\varphi, \mathrm{d}\varphi] = 0$

esta linha estuda diversos aspectos geométricos de variedades Riemannianas relacionados a EDPs geométricas. Tópicos de interesse incluem métricas conformes, imersões isométricas, mínimas e self-shrinkers, fluxos de curvatura média, teoria de calibre e de Yang-Mills, geometria especial e métricas de Einstein, espectro de laplacianos, problemas motivados pela teoria da relatividade, espaços localmente simétricos aritméticos.

Professores: *Abigail Folha, Asun Jiménez, Cristhabel Vásquez, Detang Zhou, Francisco Fontenele, Leonardo Silvares, Plinio Murillo, Ralph Teixeira, Sérgio Almaraz, Sérgio Mendonça, Simon Chiossi, Xu Cheng.*

GEOMETRIA SIMPLÉTICA E APLICAÇÕES: $G \curvearrowright M \twoheadrightarrow M/G$

o grupo investiga aspectos geométrico-topológicos de variedades reais ou complexas, suas simetrias e invariantes. Focalizamos em estruturas geométricas (simpléticas, de contato, Poisson, Jacobi, quase hermitianas, Kähler, Calabi-Yau, hiper-Kähler, G_2, spin), variedades quiver, fibrações lagrangianas, grupóides e algebróides de Lie, sistemas não holonômicos, simetria espelho e homologia simplética. As ferramentas utilizadas são enraizadas em teoria de Lie, geometria algébrica e riemanniana, análise geométrica, teoria de calibre, sistemas integráveis, topologia algébrica, mecânica geométrica.

Professores: *Alessia Mandini, Daniele Sepe, Maria Amélia Salazar, Paula Balseiro, Simon Chiossi.*

MATEMÁTICA DISCRETA E COMBINATÓRIA: $\phi(n) = n\prod_i \left(1 - \frac{1}{p_i}\right)$

estudam-se diversas propriedades de estruturas discretas com ênfase em teoria dos grafos. Dentre os tópicos de interesse, destacam-se: aplicações de métodos algébricos em problemas combinatórios, teoria espectral de grafos e combinatória extremal. Além disso, através desta metodologia são abordados problemas em diversas áreas tais como biomatemática, redes de computadores e de celulares, jogos, mapas etc.

Professores: *Cybele Vinagre, Miriam Abdón, Renata Del-Vecchio, Simone Dantas, Slobodan Tanushevski, Taísa Martins.*

SISTEMAS DINÂMICOS E TEORIA ERGÓDICA: $\lim_{n\to\infty} \frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} g^k(x) = \int_I g(x)\mathrm{d}\mu$

nesta linha estuda-se o comportamento de sistemas de evolução discretos ou contínuos. Um dos objetivos principais é estudar o comportamento de longo prazo desses sistemas usando diversos métodos. Dentre os tópicos de interesse, destacam-se: dinâmica em superfícies, sistemas não uniformemente hiperbólicos e não hiperbólicos, teoria entrópica.

Professores: *Adriana da Luz, Andrés Koropecki, Artem Raibekas, Begoña Alarcón, Bruno Santiago, Isabel Rios, Javier Ribón, Javier Solano, Jiagang Yang, Maria João Resende, Martin Andersson, Pablo Barrientos, Pablo Guarino, Peter Hazard, Yuri Ki.*

Além destes grupos, no Instituto há pesquisadores trabalhando em Lógica Matemática, Didática da Matemática, Estatística e Probabilidade.

Glossário

área de ênfase, ver ênfase

bacharelado em matemática, 2
blog de acolhimento, 2

carga horária, 3, 7, 9
CH, ver carga horária
colegiado de curso, 3
comissão de orientação acadêmica, 6
coordenação de curso, 1
currículo, 2, 3

dicionário, 3
disciplina
- âmago da área, 4
- de escolha, 2–4, 7, 8
- obrigatória, 2, 3
- optativa, 2, 3, 9

ementa, 3
ênfase
área de -, 3, 4

fluxograma curricular, 2

linha de formação, 2

matriz curricular, 2

periodização curricular, 2
projeto pedagógico de curso, 3
pré-requisito, 3
pós-graduação, 21

Coordenação do Curso de Bacharelado em Matemática • Instituto de Matemática e Estatística • Universidade Federal Fluminense
campus Gragoatá, bloco H, sala 505 • rua professor Marcos Waldemar de Freitas Reis s/n • 24210-201 Niterói/RJ • Brazil
ggt.ime@id.uff.br • http://www.uff.br/matematica/graduacao