Caderno de Resumos

Blumenau- SC
6 de outubro de 2017

Cronograma

Hora	Palestra	Universidade
8:30-9:30	*Existência de solução ground state para um problema elíptico com crescimento crítico em um domínio externo* **Rafael dos Reis Abreu**	UFSC Blumenau
9:30-10:00	**Coffee Break e Credenciamento**	
10:00-10:30	*Simetria em teoria clássica dos campos* **Bruno Tadeu Costa**	UFSC Blumenau
10:30-11:00	*Sobre o problema de Misturas de materiais elásticos* **Francis Felix Cordova Puma**	UFSC Blumenau
11:00-11:30	*Equação do Tipo Placas com Inércia Rotacional Generalizada e Dissipação Fracionária* **Jaqueline Luiza Horbach**	IFSC Gaspar
11:30-12:00	*Existência de atratores para uma família de perturbações de classe C^1 do quadrado* **Pricila da Silva Barbosa**	USP
11:30-13:45	**Almoço**	
13:45-14:15	*C^*-álgebra associada a grafos rotulados* **Giuliano Boava**	UFSC Florianópolis
14:15-14:45	*Otimização Ergódica* **Juliano dos Santos Gonschorowski**	UTFPR Guarapuava
14:45-15:15	*Podem os computadores (inspirar, criar, provar) resultados matemáticos?* **Andres David Baez Sanchez**	UTFPR Curitiba
15:15-16:00	**Coffee Break e Sessão de Pôsteres**	
16:00-16:30	*Uma Introdução à Transformada Z* **Roy Wilhelm Probst**	UTFPR Curitiba
16:30-17:00	*A Importância de Soluções Limite e Escalas Temporais e Espaciais no Ensino de Fenômenos de Transporte* **Sávio Leandro Bertoli**	FURB

Sumário

Capítulo 1

PALESTRAS

1 Existência de solução ground state para um problema elíptico com crescimento crítico em um domínio externo

Rafael dos Reis Abreu - UFSC Blumenau

rafael.abreu@ufsc.br

Neste trabalho provamos a existência de uma solução ground state radialmente simétrica para uma equação elíptica sobre o exterior de uma bola, com condição de fronteira de Neumann.

2 Simetria em teoria clássica dos campos

Bruno Tadeu Costa - UFSC Blumenau

b.t.costa@ufsc.br

Discutimos como implementar a noção de simetria em teoria clássica de campos. Propomos uma visão alternativa aquela normalmente proposta na literatura, substituindo grupos e álgebras de Lie por grupoides e algebroides de Lie. Na teoria geométrica dos campos, os objetos fundamentais, os campos, são descritos por seções de algum fibrado E

sobre uma variedade base n-dimensional M. Simetrias são implementadas pela ação de um grupo de automorfismos de E, ou seja, um subgrupo de $Aut(E)$, no espaço $\Gamma(E)$ das seções de E, exigindo-se que o funcional ação S seja invariante sob tal ação: neste caso, quando o pertinente subgrupo for de dimensão infinita, surgem graves dificuldades quando queremos tratar de questões de análise e de geometria com rigor matemático. A vantagem principal desta abordagem alternativa provém do fato de que, embora o grupo $Aut(E)$ e, tipicamente, os subgrupos relevantes, assim como o espaço $\Gamma(E)$, sejam de dimensão infinita, a sua ação é induzida por uma ação de um grupoide de Lie no fibrado pertinente, a qual envolve apenas variedades de dimensão finita e portanto não há qualquer dúvida em relação a questões tais como qual seria a topologia ou estrutura de variedade subjacente ou em qual sentido essa ação deve ser suave.

3 Sobre o problema de misturas de materiais elásticos

Francis F. Córdova Puma - UFSC Blumenau

fcordova80@gmail.com

Consideramos o modelo matemático que descreve a interação contínua de materiais elásticos. Estudamos as propriedades assintóticas das soluções para o problema de Mistura com dissipação friccional via Semigrupos de Operadores. O Problema consiste de um sistema linear de equações hiperbólicas acopladas.

$$\mathbf{R}U_{tt} - \mathbf{A}U_{xx} + \mathbf{N}U + \mathbf{B}(x)U_t = 0, \tag{3.1}$$

$$U(0,t) \;=\; U(l,t) = 0, \quad t \in \mathbb{R}^+, \tag{3.2}$$

$$U(x,0) = U_0(x), \quad U_t(x,0) = U_1(x). \tag{3.3}$$

onde $U = (u^1, u^2, ..., u^n)$ e $\mathbf{R} = (\rho_i\delta_{ij})_{n\times n}$, $\mathbf{A} = (a_{ij})_{n\times n}$, $\mathbf{B} = (b_{ij}(x))_{n\times n}$, $\mathbf{N} = (n_{ij})_{n\times n}$. δ_{ij} é o delta de Kronecker, $\mathbf{A}$ é uma matriz positiva definida (real) simétrica, $\mathbf{B}$ e $\mathbf{N}$ são matrizes (reais) definida semipositivas (reais) simétricas. Apresentaremos alguns resultados de estabilização exponencial e polinomial para o semigrupo associado.

4 Equação do tipo placas com inércia rotacional generalizada e dissipação fracionária

Jaqueline Luiza Horbach - IFSC Gaspar

jaqueluizah@gmail.com

Consideramos o seguinte Problema de Cauchy para uma equação do tipo placas com um termo generalizado de inércia rotacional e uma dissipação fracionária em $\mathbb{R}^n$:

$$\begin{cases} u_{tt} + (-\Delta)^{\delta} u_{tt} + \alpha \Delta^2 u - \Delta u + (-\Delta)^{\theta} u_t = 0, \\ u(0,x) = u_0(x), \\ u_t(0,x) = u_1(x) \end{cases}$$

com $u = u(t,x)$, $(t,x) \in (0,\infty) \times \mathbb{R}^n$, $p \geq 1$ e $\alpha > 0$. Esse tipo de equação pode ser usada para modelar vibrações de uma placa. A função $u = u(x,t)$ descreve o deslocamento transversal da placa (caso $n = 2$) enquanto $(-\Delta)^{\theta} u_t$ representa uma dissipação fracionária na placa. Quando $\delta = 1$ o termo $(-\Delta)^{\theta} u_{tt}$ é conhecido na literatura como o termo de inércia rotacional e é devido a pequenos efeitos de rotação no ponto (t,x) da placa. Neste trabalho consideramos as potências fracionárias do Laplaciano da seguinte forma:

$$0 \leq \delta \leq 2 \quad \text{e} \quad 0 \leq \theta \leq \frac{2+\theta}{2}.$$

Nesta palestra apresentarei os principais resultados que obtive sobre o Problema de Cauchy com a colaboração do Professor Dr. Ruy Coimbra Charão. No trabalho mostramos existência e unicidade de solução e encontramos taxas de decaimento para a norma L^2 da solução. As taxas de decaimento encontradas dependem das potências fracionárias dos operadores de Laplace envolvidos. Também mostramos que as taxas de decaimento são ótimas para algumas potências fracionárias usando uma expansão assintótica da solução e $n \geq 3$.

5 Existência de atratores para uma família de perturbações de classe C^1 do quadrado

Pricila Silva Barbosa - USP

priimeusp@gmail.com

O estudo de existência e continuidade de atratores para problemas parabólicos em relação à perturbação de contorno é um assunto bastante abordado na literatura. Em geral, os trabalhos que tratam perturbação de contorno tem como hipótese que o domínio considerado é suave. Nessa palestra consideramos uma família de problemas parabólicos semi-lineares com condição de fronteira Neumann não linear, definidos em domínios com fronteira Lipschitz. Esses domínios são obtidos considerando uma família de perturbações do quadrado que dependem de um parâmetro ϵ, e que convergem para a identidade na norma C^1. Utilizando técnicas de perturbação de contorno provaremos que o semigrupo associado tem um atrator global.

6 C^*-álgebra associada a grafos rotulados

Giuliano Boava - UFSC Florianópolis

g.boava@ufsc.br

Um grafo rotulado é um grafo em que, a cada aresta, associa-se um rótulo. Em 2007, Bates e Pask definiram a C^*-álgebra associada a um grafo rotulado, generalizando a definição da C^*-álgebra associada a um grafo. Nesta apresentação, mostraremos uma forma alternativa de estudar a C^*-álgebra definida por Bates e Pask, através da descrição do espectro tight de um semigrupo inverso S associado a essa C*-álgebra. Como resultados, obtemos uma caracterização dessa C^*-álgebra como a C*-álgebra de um grupoide, e também, uma descrição da C^*-álgebra diagonal associada ao grafo rotulado a partir do espectro tight de S.

7 Otimização ergódica

Juliano dos Santos Gonschorowski - UTFPR Curitiba

julianod@utfpr.edu.br

A teoria moderna de sistemas dinâmicos começou com os trabalhos de Poincaré em meados de 1900, desde então, sofreu avanços e subdivisões e tornou-se uma área importante da matemática. Uma destas subdivisões é a teoria ergódica que procura descrever o comportamento probabilístico das órbitas que compõem um sistema dinâmico. Posteriormente, essa teoria, associada à teoria de otimização deu origem a um novo campo de pesquisa chamado otimização ergódica em que se estudam dinâmicas e medidas invariantes que maximizam um funcional no espaço de medidas. Nesta apresentação serão apresentadas questões relativas à existência de medidas maximizantes para certas classes de potenciais e sua caracterização em termos de seu suporte.

8 Podem os computadores (inspirar, criar, provar) resultados matemáticos?

Andres David Baez Sanchez - UTFPR Curitiba

adsanchez@utfpr.edu.br

A partir de uma curiosidade matemática elementar, iremos apresentar alguns conceitos e problemas matemáticos, onde a tecnologia e a computação tiveram um papel fundamental no seu desenvolvimento ou demonstração.

9 Uma introdução à transformada Z

Roy Wilhelm Probst - UTFPR Curitiba

rwprobst@gmail.com

Nesta palestra de divulgação será apresentada a Transformada Z e como ela pode ser utilizada para resolver problemas que envolvem recorrências, como os tradicionais modelos da Torre de Hanói e da Sequência de Fibonacci.

10 A Importância de soluções limite e escalas temporais e espaciais no ensino de fenômenos de transporte

Sávio Leandro Bertoli - FURB

savio@furb.br

Nos cursos de engenharia, o estudo dos Fenômenos de Transporte é de importância significativa e está presente em várias disciplinas relacionadas à Mecânica dos Fluidos, Transferência de Calor e Transferência de Massa. Nessas disciplinas, problemas envolvendo esses fenômenos são formulados matematicamente e soluções analíticas são obtidas sempre que possível. O foco desta palestra é enfatizar a possibilidade de ampliar os aspectos do ensino-aprendizagem nesta área através de método baseado em escalas de tempo e soluções limite. Assim, pela definição de escalas e / ou determinação de soluções de limite, os aspectos relativos à fenomenologia surgem naturalmente. Finalmente, pretende-se disseminar o uso de soluções limite e de escalas de tempo no campo de Engenharia.

Capítulo

2

SESSÃO DE PÔSTERES

1 Local Holder continuity of the isoperimetric profile in complete Riemannian manifold with bounded geometry

Abraham Munoz Flores e Stefano Nardulli

abraham.flores@ime.uerj.br

For a complete noncompact connected Riemannian manifold with bounded geometry M^n, we prove that the isoperimetric profile function I_{M^n} is a locally $(1-\frac{1}{n})$-Holder continuous function and so in particular it is continuous. Here for bounded geometry we mean that M have Ricci curvature bounded below and volume of balls of radius 1, uniformly bounded below with respect to its centers. We prove also the equivalence of the weak and strong formulation of the isoperimetric profile function in complete Riemannian manifolds which is based on a lemma having its own interest about the approximation of finite perimeter sets with finite volume by open bounded with smooth boundary ones of the same volume. Finally the upper semicontinuity of the isoperimetric profile for every metric (not necessarily complete) is shown.

[1] Abraham Munoz Flores and Stefano Nardulli. *Local Holder continuity of the isoperimetric profile in complete noncompact Riemannian manifolds with bounded geometry.*, arXiv:1606.05020v1.(Accepted Geometriae dedicata.), **2016**.

[2] Luciano Modica. *Gradient theory of phase transitions with boundary contact energy.* Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire, 4(5):487-512, **1987**.

[3] Abraham Munoz Flores and Stefano Nardulli. *Generalized compactness for finite perimeter sets and applications to the isoperimetric problem.*, arXiv:1504.05104, **2015**.

[4] Stefano Nardulli. *Generalized existence of isoperimetric regions in noncompact Riemannian manifolds and applications to the isoperimetric profile.*, Asian J. Math., 8(1):1-28, **2014**.

[5] Manuel Ritore and Cesar Rosales. *Existence and characterization of regions minimizing perimeter under a volume constraint inside euclidean cones.*, Trans. Amer. Math. Soc., 356(11):46014622, **2004**.

2 Topologia das folheações e decomposição de fluxos estocásticos.

Alison M. V. D. L. Melo

alison.melo@univasf.edu.br

A apresentação será baseada no artigo *Topology of foliations and decomposition of stochastic flows* de Melo, Morgado e Ruffino (2016). Neste trabalho consideramos uma variedade diferenciá vel M munida de duas folheações $\mathcal{H}$ (horizontal) e $\mathcal{V}$ (vertical) transversais entre si. Isto é, em cada ponto x de M existe uma folha horizontal e uma folha vertical passando por x e que se intersectam transversalmente em x.

Considere um fluxo estocástico de difeomorfismos ϕ_t, em M, que pode ser dado, por exemplo, pela solução de uma equação diferencial estocástica (e.d.e.). De fato, estamos considerando e.d.es de Stratonovich da seguinte forma: $dx_t = \sum_{r=1}^{m} X_r \circ dW_t^r$, onde os X_r são campos diferenciáveis sobre M e W^r são movimentos brownianos independentes. O fluxo de difeomorfismos ϕ_t gerado pela solução desta equação dá origem a um sistema dinâmico estocá stico.

No trabalho *Decomposition of stochastic flows with automorphism of subbundles component. Stochastics and Dynamics* (2012), Catuogno, Silva e Ruffino, demonstram que quando M é compacta é possível obter uma decomposição para um fluxo estocástico ϕ_t, dado por uma e.d.e., de modo que uma das componentes preserva a folheação horizontal, e a outra componenente preserva a folheação vertical. Mais precisamente $\phi_t = \xi_t \circ \psi_t$, onde, ξ_t fixa cada folha de $\mathcal{H}$ e ψ fixa cada folha de $\mathcal{V}$ até um tempo de parada τ. Decomposições de natureza semelhante são apresentadas em *Stochastic flows and stochastic differential equations* (1988) de H. Kunita, em *Decomposition of stochastic flows and Lyapunov exponents* (2000) de M. Liao, por exemplo.

A motivação inicial para este tipo de decomposição é o caso em que o fluxo originalmente preserva energia e portanto as trajetórias estcão contidas em níveis de energia. Depois de sofrer uma perturbação por um campo transversal, o fluxo perde o comportamento folheado, mas uma decomposição do tipo proposto permite estudar separadamente a componente que preserva energia e a componente transversal.

No trabalho a ser apresentado, discutimos os aspectos topoló gicos deste tipo de decomposição de fluxos. Por exemplo, uma das condições nessessá rias para que ϕ_t seja decomponível é que para todo $x \in M$ e para todo t, tenhamos que $\phi_t(x) \in \mathcal{A}(x)$, onde $\mathcal{A}(x)$ é o conjunto dos pontos de M que podem ser atingidos, partindo-se de x e tomando-se um caminho que é a concatenação de um caminho vertical (contido em uma folha vertical) com um caminho horizontal (contido em uma folha horizontal). Nosso principal resultado afirma o seguinte:

Teorema: *Quando $\mathcal{H}$ é transversalmente orientável, um fluxo é decomponível se e somente se preserva a orientação transversal de $\mathcal{H}$.*

Tal caracterização expõe a profunda conexão entre a topologia das folheações e a decomposição de fluxos estocá sticos. Como aplicação deste resultado obtemos uma condição sobre subdeterminantes do fluxo linearizado associado a ϕ_t suficiente para que este seja decomponível. A saber,

Proposição: *Suponha que a folheação horizontal é transversalmente orientá vel. Então se o fluxo linearizado Y_t satisfaz $\det^{l_1,\ldots,l_k}_{n-k+1,\ldots,n}[I : DX : i] \cdot \det^{n-k+1,\ldots,n}_{l_1,\ldots,l_k}(Y_t) = 0$ para todo $n-k+1 \leq i \leq n$ e todo $(l_1, \ldots, l_k)$ exceto talvez $(n-k+1, \ldots, n)$. Então ϕ_t é decomponível* *para todo* $t \geq 0$.

3 Invariantes ortogonais livres de matrizes

Artem Lopatin

alopatin@ime.unicamp.br

Todos os espaços vetoriais e álgebras estão sobre um corpo infinito $\mathbb{F}$ de característica $p = \mathrm{char}\mathbb{F} \neq 2$. Por uma álgebra, sempre nos referimos a uma álgebra associativa.

Para definir as álgebras dos $O(n)$-invariantes (i.e. invariantes ortogonais) de matriz, consideramos a álgebra polinomial

$$R = R_n = \mathbb{F}[x_{ij}(k) \,|\, 1 \leq i, j \leq n,\, 1 \leq k \leq d]$$

juntamente com matrizes $n \times n$ *genéricas*

$$X_k = \begin{pmatrix} x_{11}(k) & \cdots & x_{1n}(k) \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1}(k) & \cdots & x_{nn}(k) \end{pmatrix}.$$

Denotamos por $\sigma_t(A)$ o t-ésimo coeficiente do polinômio característico de A. Por exemplo, $\mathrm{tr}(A) = \sigma_1(A)$ e $\det(A) = \sigma_n(A)$. A ação do grupo ortogonal

$$O(n) = \{A \in M_n \,|\, AA^T = I_n\}$$

em R é definida pela fórmula: $g \cdot x_{ij}(k) = (g^{-1}X_k g)_{ij}$, onde $(A)_{ij}$ representa o (i,j)-ésimo elemento de uma matriz A, M_n é o espaço de todas matrizes $n \times n$ sobre $\mathbb{F}$, $I_n \in M_n$ é a matriz identidade. O conjunto de todos os elementos de R que são estáveis com respeito à ação dada é chamado de álgebra dos $O(n)$-*invariantes de matrizes* $R^{O(n)}$ e essa álgebra é gerada por $\sigma_t(b)$, onde $1 \leq t \leq n$ e b varia em todos os monômios das matrizes de matrizes genêricas $X_1, \ldots, X_d$ e matrizes genêricas transpostas. No caso de qualquer característica $p \neq 2$ o ideal de relações entre geradores de $R^{O(n)}$ foi descrito em [1,2].

É bem conhecido que a álgebra de $GL(n)$-invariantes $R^{GL(n)}$ é polinomial (i.e., é a álgebra associativa comutativa livre) se e somente se $(n, d) = (2, 2)$ ou $d = 1$. Nós obtemos que $R^{O(n)}$ não é polinomial para todos $d > 1$ e no caso $d = 1$ e $n > 9$.

[1] Lopatin, A.A. *Relations between $O(n)$-invariants of several matrices*, Algebras and Representation Theory **15** (2012), 855–882.

[2] Lopatin, A.A. *Free relations for matrix invariants in the modular case*, Journal of Pure and Applied Algebra **216** (2012), 427–437.

4 O problema que tornou Euler famoso

Jairo Gayo e Roy Wilhelm Probst

jairogayo@yahoo.com.br e rwprobst@gmail.com

Neste trabalho é apresentado o Problema da Basileia cuja resposta tornou Leonhard Euler famoso. Apresenta a prova de Euler que por muito tempo continha uma passagem tida como incorreta, mas que após o Teorema da Fatoração de Weierstrass foi aceita. Aborda também outras resoluções para o problema, sua representação geométrica e uma aplicação. Discute também, por meio deste problema, a importância da História da Matemática para o professor desta disciplina.

[1] CAJORI, F. *Uma História da Matemática.* Editora Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro, **2007**.

[2] GAYO, J. ; PROBST, R.W. *O problema que tornou Euler famoso.* Ciência e Natura, v. 37, p. 342-355, **2015**.

5 Estruturas de Poisson fibradas

Lilian Cordeiro Brambila e David Francisco Martínez Torres

lcbrambila@mat.puc-rio.br e dfmtorres@mat.puc-rio.br

Sejam $(N, \pi_N), (F, \pi_F)$ duas variedades de Poisson e G um grupo de Lie agindo em ambas as variedades. Suponha que a ação de G em N é um ação de Poisson livre – então

$B := N/G$ herda uma estrutura reduzida de Poisson π_B – e a ação em de G em F é uma ação de Poisson tangencial. Sob as hipóteses acima temos que:

- $M := (N \times F)/G$ admite uma estrutura de Poisson reduzida π_M;
- o nível simplético passando por $[n, p] \in M$, fibra sobre o nível de π_B passando por $[n]$, com fibra o nível simplético de F passando por p.

Em particular, se ambas π_B e π_F tem um número finito de níveis simpléticos, então π_M também tem.

Este resultado é relevante para introduzir estruturas de Poisson com um número finito de folhas para os quais é possível determinar alguns de seus invariantes de Poisson (uma tarefa sem esperança para estruturas de Poisson arbitrárias).

[1] Caine, A. *Toric poisson structures.* Moscow Mathematical Journal 11.2 (**2011**): 205-229.

[2] Cannas, A. *Symplectic Toric Manifolds.* Lectures on Symplectic Geometry (**2001**): 177-198.

[3] Dufour, J.-P., and Zung N. T. *Poisson structures and their normal forms.* Vol. 242. Springer Science & Business Media, **2006**.

[4] Lu, J.-H., and Weinstein, A. *Poisson Lie groups, dressing transformations, and Bruhat decompositions.* Journal of Differential geometry 31.2 (**1990**): 501-526.

6 Problemas fracionários de Cauchy com operadores quase setoriais

Marduck M. Henao e Paulo M. Carvalho Neto

marduckmontoya@gmail.com e paulo.carvalho@ufsc.br

O objetivo deste poster é discutir as ferramentas necessárias para garantir a existência e unicidade de solução para alguns problemas de Cauchy descritos pela equação diferencial abstrata:

$$\begin{cases} {}_cD_t^\alpha u(t) + Au(t) = f(t, u(t)), \ t > 0, \\ u(0) = u_0 \in X, \end{cases} \tag{6.1}$$

com ${}_cD_t^\alpha$ denotando a derivada de Caputo de ordem $\alpha \in (0, 1)$, $A : D(A) \subset X \to X$ um operador quase-setorial e $f : [0, \infty) \times X \to X$ uma função contínua e localmente Lipschitz na segunda variável.

Note que, como discutido em [1, 2], os operadores quase-setoriais tem algumas deficiências na estimativa de seu operador resolvente, o que faz com que o semigrupo gerado por ele tenha um comportamento singular em $t = 0$. Este novo comportamento gera uma discussão bastante rica sobre essa nova classe de operadores, o que juntamente com a teoria de derivação fracionária, justifica todo um estudo deste problema (veja [3] para mais detalhes).

[1] J. M. Arrieta, A. N. Carvalho, G. Lozada-Cruz, Dynamics in dumbbell domains I. Continuity of the set of equilibria, J. Differential Equations, 231 (2006) 551–597.

[2] J. M. Arrieta, A. N. Carvalho, G. Lozada-Cruz, Dynamics in dumbbell domains II. The limiting problem, J. Differential Equations, 247 (2009) 174–202.

[3] R-N. Wang, D-H. Chen and T-J. Xiao, Abstract fractional Cauchy problems with almost sectorial operators, Journal of Differential Equations, 252 (2012) 202–235.

7 Sombreamento para aplicações descontínuas

Raquel Ribeiro

ribeiro.rrbp@gmail.com

Seja f uma aplicação em um espaço métrico compacto X. Uma sequência de pontos $\{x_i\}_{i\in\mathbb{Z}}$ é uma α-pseudo-orbita ($\alpha > 0$) de f se

$$d(f(x_i), x_{i+1}) \leq \alpha, \text{ for para } \text{ todo } i \in \mathbb{Z}.$$

A aplicação f tem a *propriedade de sombreamento* se, dado $\epsilon > 0$ existe $\alpha > 0$ tal que para toda α-pseudo-orbita $\{x_i\}_{i\in\mathbb{Z}}$ existe um ponto $x \in X$ satisfazendo, $d(f^i(x), x_i) \leq \epsilon$ para todo $i \in \mathbb{Z}$.

A propriedade de sombreamento foi introduzida por Anosov, e é intimamente relacionada com a propriedade de estabilidade de sistemas dinâmicos. Em 1988, os autores Coven, Kan, Yorke [2] estudaram a propriedade de sombreamento para a família de aplicações tenda, ou seja, as aplicações $f_s : [0,2] \longrightarrow [0,2]$, $\sqrt{2} \leq s \leq 2$ definidas como seguem:

$$f_s(x) = \begin{cases} sx & 0 \leq x \leq 1 \\ s(2-x) & 1 \leq x \leq 2. \end{cases}$$

Os autores forneceram condições necessárias e suficientes para uma aplicação tenda ter a propriedade de sombreamento. Em 1991, este resultado foi generalizado para aplicações contínuas linear por partes [1].

Neste trabalho nós estudamos as aplicações descontínuas linear por partes de um intervalo compacto, e provamos que a propriedade de sombreamento é completamente determinada pela dinâmica dos pontos em que tais aplicações não são monótonas, ou são descontínuas. Este resultado generaliza os anteriores.

[1] Chen, L. *Linking and the shadowing property for piecewise monotone maps*. Proc. Am. Mathematical Society, 113, no. 1 (1991), 251-263.

[2] Coven, E. M.; Kan, I. and Yorke, J. A. *Pseudo-orbit shadowing int the family of tent maps*. Trans. Amer. Math. Soc., 308, no. 1 (1988), 227–241.

8 Variação do primeiro autovalor para um operador de Schrodinger com potencial de Aharonov-Bohm

Renan Gambale Romano

r.g.romano@ufsc.br

Neste trabalho, abordaremos a questão da variação do primeiro autovalor para o modelo de efeito Aharonov-Bohm não relativístico sem interação com a fronteira do solenóide.

Especificamente, vamos considerar o seguinte operador de Schrodinger

$$H_\kappa := (i\nabla + \mathbf{A}_\kappa)^2 + V \tag{8.1}$$

na região $\Omega := \{z \in \mathbb{R}^2 : \|z\| > a\}$, onde $\mathbf{A}_\kappa$ é o potencial magnético associado ao campo nulo em Ω. O potencial escalar V é suave, divergente no infinito e na fronteira com a razão $V(z) \geq 1/d(z)^2$, sendo d a distância até a fronteira. O efeito AB é verificado matematicamente para este modelo através do estudo do primeiro autovalor, o qual possui uma relação não trivial com o parâmetro κ relacionado ao fluxo magnético.

[1] Aharonov, Y., Bohm, D. *Significance of electromagnetic potentials in the quantum theory*, The Physical Review, **1959**.

[2] Lavine, R., O'Carroll, M. *Groud state properties and lower bounds for energy levels of a particle in a uniform magnetic field and external potential*, Journal of Mathematical Physics, **1977**.

[3] Nenciu, G., Nenciu, I. *On confining potentials and essential self-adjointness for Schrodinger operators on bounded domains in* $\mathbb{R}^n$, Annales Henri Poincaré, **2009**.

9 Números de Liouville

Ricardo Emanuel Mueller e Felipe Vieira

mumanuricardo@gmail.com e f.vieira@ufsc.br

A ideia de números trascendentes existe desde Euler, mas somente em 1851, com Joseph Liouville, que obtivemos a forma de alguns deles. O objetivo deste trabalho é apresentar estes números, conhecidos como *Números de Liouville*. Apesar de Georg Cantor provar que o conjunto dos números transcendentes é $\aleph_1$, demonstrar a transcendência de um número real é consideravelmente mais difícil que mostrar sua irracionalidade. Neste ponto, os *Números de Liouville* são o que temos de mais simples na teoria dos números transcendentes. Para ilustrar o caso é necessária uma introdução sobre irracionalidade, enumerabilidade de conjuntos e alguns tipos de aproximações.

[1] FIGUEIREDO, Djairo Guedes de. Número Irracionais e Transcendentes. 3. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2011. 81 p. (Coleção de Iniciação Científica).

[2] NIVEN, Ivan. Números: Racionais e Irracionais. Rio de Janeiro: SBM, 2012. 175 p. (Coleção de Iniciação Científica). Tradução de: Renate Watanabe.

[3] MARQUES, Diego. Teoria dos Números Transcendentes. Rio de Janeiro: SBM, 2013. 223 p. (Textos Universitários).

[4] FLOOD, Raymond; WILSON, Robin. Os Grandes Matemáticos: As descobertas e a propagação do conhecimento através das vidas dos grandes matemáticos. São Paulo: M.books do Brasil, 2013. Tradução: Maria Beatriz de Medina.

10 George Cantor e a sua forma de contar elementos de conjuntos infinitos

Silvano Leonardo Abuquerque e Marcio Lima do Nascimento

silvanoleo321@gmail.com.br e marcion@ufpa.br

Neste trabalho estudamos os argumentos que George Cantor usou para provar que existem infinitos "maiores"que outros (em potência). Serão destacados a enumerabilidade de certos conjuntos, em particular, o conjunto dos Racionais $\mathbb{Q}$ e não enumerabilidade dos Reais $\mathbb{R}$. Os teoremas principais são os seguintes:(1) Todo subconjunto infinito de um conjunto enumeável, é enumerável; (2) O conjunto dos números Inteiros denotado por $\mathbb{Z}$ é enumerével, $\#\mathbb{N} = \#\mathbb{Z}$; (3) O conjunto dos números Racionais $\mathbb{Q}$ é contável $\#\mathbb{Q} = \#\mathbb{N}$; (4) O conjunto dos reais $\mathbb{R}$ não é enumerável, ou seja, $\#\mathbb{N} \neq \#\mathbb{R}$.

[1] Radice, L.L., *O infinito*, Editora Notícias, 1981.

[2] Wikipedia, Georg Cantor, disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/Georg_Cantor acessado em 16/01/2016.

[3] Lima, E. L., Analise Real volume 1, Funções de Uma Variável, Coleção Matematica Universitária, 2009.