

Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Exatas  
Departamento de Física

Memorial Descritivo

Marcus Werner Beims

*Memorial Descritivo submetido à Comissão Permanente de Pessoal Docente, como parte dos requisitos necessários para promoção para Professor Titular do Departamento de Física do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Março de 2017.*

Informações suprimidas em decorrência da Lei  
Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)  
- Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.

- **Endereço Profissional:**

Departamento de Física, Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100,  
Centro Politécnico, Bloco II,  
Jardim das Américas,  
81531-980, Curitiba, PR

- **Telefone:**

+55-41-3361-3349 (UFPR)

- **Endereço Eletrônico:**

mbeims@fisica.ufpr.br

- **Página na Internet:**

<http://fisica.ufpr.br/mbeims>

# 1 Introdução

Nasci em 20 de setembro de 1962 na cidade de Timbó, no estado de Santa Catarina. Sou filho de Harry Beims e Irmgard Maria Beims. Ambos nasceram no Brasil, completaram o ensino fundamental e sabiam falar e escrever em dois idiomas (português e alemão). Sou casado com Ana Luisa Nunes de Vargas e temos duas filhas, Julia e Laura de Vargas Beims.

Até ingressar no curso de Bacharelado em Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 1980, morei em mais duas cidades: Ijuí no RS, e Rio do Sul em SC. Em Ijuí estudei no Colégio Evangélico Augusto Pestana até o sétimo ano, e em Rio do Sul no Colégio Ruy Barbosa, onde completei o segundo grau.

Durante a graduação em Física na UFSC, fiz iniciação científica (IC) com o Prof. Jason Alfredo Carlson Gallas, que recém havia retornado da cidade de Munique (Alemanha), onde realizou seu doutorado sob orientação do Prof. H. Walther. Sendo extremamente exigente e afincado trabalhador, o Prof. Gallas teve uma grande influência positiva sobre minha carreira. Neste mesmo período, um outro professor que teve uma influência positiva sobre mim foi o Prof. Ireño Denicoló, que mais tarde viria a ser colega de trabalho no Departamento de Física da UFPR. O Prof. Ireño tinha uma capacidade especial para motivar os alunos, estava sempre preocupado e disposto a ajudar com o futuro da nossa vida acadêmica.

Cursando mecânica quântica com o Prof. Gallas, fiquei bastante motivado em realizar o mestrado sob sua orientação. Em sua tese de doutorado o Prof. Gallas calculou os níveis de energia do átomo de hidrogênio sujeito a um campo magnético estático intenso (problema diamagnético). Tentava-se entender o comportamento de um sistema quântico cujo análogo clássico era caótico e o problema diamagnético era ideal para isto. Neste contexto, minha proposta de trabalho para o mestrado estava relacionada com o estudo da integrabilidade de sistemas dinâmicos, em especial, do átomo de hidrogênio sujeito a um campo magnético estático intenso. Na época, no problema quântico, derivou-se uma constante de movimento aproximada, chamada de constante de Solov'ev, em homenagem a quem a descobriu. O objetivo no mestrado foi então achar uma constante de movimento para o caso clássico. Um dos métodos que utilizamos foi a análise de Painlevé, que permite estudar a integrabilidade de equações de movimento. Os resultados do mestrado foram mais tarde aplicados a um caso mais geral do átomo de hidrogênio sujeito simultaneamente a campos externos estáticos magnéticos e elétricos, e foram publicados muitos anos depois incluindo cálculos quânticos exatos.

Perto do final do mestrado, Peter Lais, que era um doutorando do Prof. Reik da *Albert Ludwig Universität* de Freiburg (Alemanha), veio ao Brasil para trabalhar por três meses com o Prof. Gallas. Este momento foi crucial para o meu futuro, pois foi o Peter que me ajudou a escrever e enviar cartas para professores na Alemanha para realizar meu doutorado. Estudar

na Alemanha sempre foi um sonho meu desde criança, obviamente influenciado pela minha descendência germânica. Coincidência ou não, das oito cartas enviadas para diferentes professores alemães, somente o Prof. John Stuart Briggs, da mesma universidade do Prof. Reik, respondeu, e não tive mais dúvidas sobre onde realizaria meu doutorado. Solicitei então uma bolsa de doutorado para o *Deutscher Akademischer Austauschdienst* (DAAD). Todo processo de solicitação da bolsa e entrevista levou mais de um ano e foi um sucesso.

Em outubro de 1990 iniciei meu doutorado no grupo do Prof. Briggs, na *Albert-Ludwigs Universität* em Freiburg. Comecei em agosto o curso de dois meses de alemão no Instituto Goethe, na mesma cidade. Meu orientador de doutorado foi o então assistente Dr. Gernot Alber, hoje professor na Universidade de Darmstadt na Alemanha. O tema sugerido para o doutoramento foi *Efeitos de fenômenos de bifurcações sobre a dinâmica de pacotes de onda em átomos de Rydberg*. As descrições semiclássicas de pacotes de onda divergem quando trajetórias clássicas sofrem um fenômeno de bifurcação. Nestes casos, é necessário usar funções de onda mais sofisticadas que podem ser obtidas usando uma aproximação uniforme. Como problema específico, analisei a evolução temporal de pacotes de onda para o caso de átomos hidrogenóides em campos magnéticos estáticos intensos. Descrevemos semiclassicamente experimentos de *Laser Pump-Probe*, que na época eram realizados pelo grupo do Prof. Walther em Munique, com quem o Prof. Gallas realizou seu doutorado em 1983. Era a época do caos quântico. A descrição semiclássica foi complexa e levei bastante tempo para obter os primeiros resultados. Em 1993 publiquei meu primeiro artigo sobre este assunto na *Physical Review A* (PRA). Gostaria de mencionar que este primeiro artigo foi redigido pelo Prof. Alber, e que ele sugeriu que artigos subsequentes sobre o assunto da minha tese deveriam que ser redigidos por mim. Esta atitude do Prof. Alber foi positiva para o meu desenvolvimento e posteriormente escrevi dois artigos, um deles como único autor na PRA. Procuro incentivar meus alunos de doutorado a redigir o segundo artigo da tese.

O período do doutorado em Freiburg foi um dos melhores da minha vida. A convivência no grupo do Prof. Briggs foi ótima, tanto do ponto de vista profissional como também pessoal. O Prof. Briggs tinha um jeito único de motivar os membros do seu grupo (visitantes, assistentes e alunos) para realizar atividades conjuntas, também fora do meio universitário. Também tive a oportunidade de conhecer melhor o Prof. Reik, já mencionado acima, e sua esposa. O Prof. Reik morou alguns anos em Minas Gerais, foi pesquisador da UFMG, e toda sua família era muito ligada ao Brasil. Em diversas situações, quando o casal Reik viajava de férias, tínhamos o prazer de morar e cuidar da residência que eles possuíam na vila de Kirchgarten, perto de Freiburg. Também foi o Prof. Reik que, em frente à comissão da Universidade de Freiburg, defendeu-me afirmando que o mestrado que eu havia realizado na UFSC era de qualidade e

correspondia ao *Diplomarbeit* realizado nas universidades alemãs. Na época, as universidades alemãs não reconheciam mestrados realizados em algumas universidades do Brasil.

Pesquisadores importantes na área estiveram presentes em certos momentos no grupo do Prof. Briggs. Gostaria de citar alguns nomes: Martin Guztwiller (faleceu em 2014), Dieter Wintgen (faleceu escalando uma montanha na Suíça em 1994, no período final do meu doutorado), Eugene Bogomolny (professor da Universidade de Paris) e E. A. Solov'ev (professor da Universidade de St. Petersburg, o mesmo da constante aproximada que estudei no mestrado). Além disso, um número surpreendente (22) dos doutorandos e assistentes presentes no grupo do Prof. Briggs ao longo dos anos, tornaram-se professores em universidades na Europa e Estados Unidos, algo não muito usual.

Voltei ao Brasil em novembro de 1994 e tomei a iniciativa de solicitar uma bolsa recém doutor com o Prof. Gallas, que neste momento estava na UFRGS. Recebi auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS). Neste período (1996-1997) trabalhei com propriedades de sistemas dinâmicos não lineares no espaço de parâmetros.

Interessado em fazer um pós doutoramento em um país de língua inglesa, fiz uma solicitação à CAPES e recebi auxílio para realizar, de 1997 a 1998, um pós doutoramento no *College of William and Mary*, em Williamsburg (Virginia, USA), sob supervisão do Prof. J. Delos, especialista na descrição semiclássica de espectros de fotoabsorção em átomos de Rydberg. Neste ano, descrevemos semiclassicamente a densidade de estados, onde cada estado tinha como "peso" a largura de linha devido ao tunelamento de um elétron através de uma barreira de potencial. Estudamos o caso do efeito Stark no átomo de hidrogênio. Com este trabalho publiquei meu primeiro *Physical Review Letters*. Em agosto de 1998, vim especialmente ao Brasil para realizar concurso na UFPR, no qual fui aprovado em primeira colocação, entre três candidatos.

A seguir vou descrever sucintamente as orientações e trabalhos realizados como professor do Departamento de Física da UFPR, seguindo mais ou menos as linhas de pesquisa às quais tenho focado, ou seja, a descrição de sistemas dinâmicos não lineares de alta dimensão acoplados (ou não) a banhos finitos ou estruturados. Em especial, tenho interesse em estudar o transporte de partículas nestes sistemas. A proposta de analisar banhos finitos surgiu quando estudamos a derivação da equação de Langevin a partir do modelo microscópico *sistema + acoplamento + banho*. Neste modelo o banho é constituído por  $N$  osciladores harmônicos desacoplados. Para obter a equação de Langevin tomamos o limite  $N \rightarrow \infty$ . Nossa ideia foi não usar este limite e estudar a dinâmica do sistema acoplada a um número finito de osciladores (outros tipos de osciladores podem ser utilizados, caóticos ou semi caóticos). Isto significa que a distribuição de frequências do banho não é mais necessariamente contínua e o sistema pode estar acoplado

com maior intensidade a frequências específicas do banho. O banho finito pode apresentar uma dinâmica própria gerando uma densidade espectral que pode ser estruturada, por isto o denominamos de banho estruturado. Do ponto de vista de sistemas complexos, sistemas acoplados a banhos finitos são sistemas de alta dimensão onde recorrências de Poincaré (no caso de sistemas conservativos) podem ser observadas, fazendo com que a energia que fluiu para as coordenadas do banho retorne ao sistema e efeitos não Markovianos são esperados. Este tipo de descrição também se encaixa num assunto de pesquisa atual, denominado de sistemas abertos.

Embora minha descrição siga a ordem cronológica, esporadicamente faço uma conexão até os dias de hoje para facilitar a explanação e demonstrar a continuidade dos trabalhos. Toda vez que no texto abaixo eu mencionar um aluno pela primeira vez, coloco as iniciais IC, M e D indicando se este aluno fez iniciação científica, mestrado ou doutorado sob minha orientação, respectivamente.

Fui aprovado no concurso em agosto de 1998, mas a contratação foi somente efetivada no dia 8 de fevereiro de 1999. No início, rapidamente comecei a colaborar com o Prof. Cheng (hoje aposentado) e o Prof. Marcos G. da Luz, que havia sido contratado seis meses antes de mim. Como consequência desta colaboração, em 2001 tive meu primeiro artigo com resultados obtidos como professor da UFPR. Neste mesmo período, o Prof. Paulo Cesar Rech da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), entrou em contato comigo para realizar seu doutorado. Eu o conhecia da época do meu mestrado na UFSC. Entretanto, eu não poderia orientá-lo pois ainda não tinha orientado um mestrado, que é um dos critérios do nosso Programa de Pós Graduação (PG) para orientação de doutorado. Entramos em contato com o Prof. Gallas que aceitou ser o orientador, e eu, o coorientador. Em 2001 iniciei minha primeira orientação de mestrado, da aluna Elaine Xavier (M), que estudou o caso quântico de duas partículas interagentes num bilhar circular. Estudamos estatística de níveis em função da razão das massas entre as duas partículas, um assunto que iríamos entender melhor posteriormente usando o mapa de Gauss para o caso clássico unidimensional. Este trabalho também foi uma colaboração com o Prof. M. G. E. da Luz. No ano de 2001 recebi minha primeira bolsa de produtividade do CNPq.

Na parte administrativa, comecei atuando como coordenador de seminários, cuja função era, em conjunto com os professores da PG, escolher e convidar palestrantes para os seminários do Departamento de Física. No ano de 2002 fui eleito coordenador da PG, com o Prof. Felix Sharipov como vice coordenador. Neste período, nosso objetivo primordial era subir de 4 para 5 o conceito da nossa PG na CAPES. Fizemos um trabalho direcionado para isto, analisamos nossas deficiências e realizamos reuniões com os docentes da PG para que todos pudessem

tentar melhorar nos pontos deficientes. Uma coordenação de PG não consegue bons resultados se o corpo docente não for de qualidade, entretanto, quando subimos de conceito em 2003, tivemos uma clara impressão de termos contribuído significativamente para isto. Animado com os resultados, fui convencido a me reeleger como coordenador da PG. Desta forma, em 2004 fui reeleito, junto com o vice coordenador Prof. Edilson S. Silveira.

Com referência aos grupos de pesquisa, no ano de 2002 foi criado o grupo de Física Atômica e Molecular, do qual participo como pesquisador, e o Prof. Marcio Henrique Franco Bettega como líder. Juntamente com o Prof. M. G. E. da Luz, em 2004 criamos o grupo de Pesquisa do CNPq intitulado *Caos, Desordem e Complexidade em Sistemas Clássicos e Quânticos*, do qual ambos somos líderes.

Com a chegada da Jane Rosa (M/D), iniciamos em 2002 o estudo de corrente de partículas em catracas sujeitas a banhos finitos. Embora o Departamento de Física tivesse uma infraestrutura computacional boa para a época, nossas simulações eram bastante demoradas pois integrávamos explicitamente as equações de movimento do sistema e do banho, este constituído por  $N$  osciladores. Chegamos a usar  $N = 500$ , de forma que tínhamos  $2N + 2$  equações de movimento acopladas para integrar. A Jane concluiu seu mestrado e doutorado com êxito, mas nossas dificuldades numéricas deixaram várias questões em aberto. Já nesta época ficou claro que eu deveria propor algo mais simples para estudar o efeito de banhos finitos. Este assunto foi discutido na época com a própria Jane como proposta de trabalho futuro. Por ter sido contratada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - IFPR - Campus Paranaguá e, devido às intensas atividades de ensino e administração, ela não seguiu fazendo pesquisa. Uma proposta para descrever o efeito de banhos finitos estava clara, mas os resultados vieram somente alguns anos depois, com o doutorando Samyr Abdulack (D). Ele derivou um mapa generalizado clássico acoplado a banhos finitos. A versão quântica deste problema foi estudada pelo Marcelo Custódio (IC/M/D). Este assunto foi um dos focos principais da cooperação internacional que coordenei de 2012 a 2015 com o Prof. W. Strunz da Universidade Técnica de Dresden.

No ano de 2004 o aluno César Manchein (M/D) iniciou seu mestrado. Estudante vindo da UDESC, era um aluno bastante motivado, trabalhador, com muita energia, e que teve (e ainda tem) um papel importante no meu grupo. Com certa facilidade na parte numérica, ele rapidamente implementou sugestões e defendeu seu doutorado em 2010 com oito artigos. Hoje, César é Professor do Departamento de Física da UDESC, pesquisador nível 2 e, junto com o Prof. P. C. Rech, é um dos professores mais produtivos daquele departamento. Com o César começamos a trabalhar com o cálculo do espectro de expoentes de Lyapunov com o intuito de caracterizar sistemas dinâmicos não lineares de alta dimensão. Em especial, nosso objetivo era

caracterizar a existência de armadilhas dinâmicas e quantificá-las.

Nesta época também comecei a realizar visitas curtas ao Instituto Max-Planck de Física para Sistemas Complexos (MPIPKS) em Dresden (Alemanha) e, em colaboração com Prof. Jan Michael Rost, tivemos contribuições que considero relevantes. Estas contribuições estão baseadas em propriedades da distribuição dos expoentes de Lyapunov a tempo finito. Um passo que considero essencial, ocorreu como consequência de discussões com o Dr. Eduardo Altmann, na época líder de um grupo de pesquisa no MPIPKS. Usando propriedades locais dos expoentes de Lyapunov a tempo finito, filtramos as dinâmicas em regular, semi caótica e totalmente caótica. Neste trabalho obtivemos resultados impressionantes para caracterizar o efeito de armadilhas dinâmicas em gráficos de recorrência. Normalmente, observa-se o efeito de armadilhas (decaimento tipo lei de potência) sobre duas ordens de grandeza no tempo de recorrência. Com o método da filtragem, observamos decaimentos por cerca de cinco ordens de grandeza. Caracterizar sistemas dinâmicos não lineares conservativos de alta dimensão é um assunto de interesse atual, pois existem indícios de quebra de ergodicidade em regiões específicas do espaço de fase. Neste contexto, o Prof. A. Politi está organizando uma conferência internacional sobre *Breaking Ergodicity in Many-Body Systems* onde fui convidado para participar como um dos diretores. Esta conferência deverá ser realizada (caso aprovada) em outubro de 2018, em Natal.

No ano de 2006, o aluno Hércules de Oliveira (IC/M/D) iniciou seu mestrado e analisamos o efeito de paredes suaves em bilhares sobre a dinâmica de partículas em sistemas caóticos. Paredes suaves modelam de forma mais adequada situações realísticas. Neste mesmo contexto, o aluno Marcelo Custódio estudou o efeito de bordas e cantos em bilhares sobre a dinâmica da partícula. Mostramos que em experimentos realísticos com bilhares, as bordas irregulares, ou arredondadas, sempre geram uma dinâmica caótica sobre a partícula espalhada. Hoje em dia, Hércules é Professor da UTFPR e Marcelo da Faculdade Sociosc de Curitiba. Dentro do tema sobre bilhares, em 2010 o Prof. Edson D. Leonel da UNESP (Rio Claro) convidou-me para participar da organização da *International School-Conference of Mathematics and Physics of Billiard-like Systems*, junto com os Profs. Markarian, Loskutov e Bunimovich.

No ano de 2009 iniciei um projeto de colisões de átomos frios de Rydberg com a orientanda de mestrado Helga Pollnow (M). O objetivo era simular classicamente colisões com átomos de Rydberg e comparar com seções de choque observadas em experimentos. A parte experimental deveria ser realizada pelo Prof. André de Oliveira da UDESC. Este projeto nunca evoluiu satisfatoriamente.

Em 2010 comecei a orientar o mestrado da aluna Ana Cristina Sprotte Costa (M/D). Este foi o início de uma colaboração com o Prof. Renato Angelo do nosso departamento, sobre correlações quânticas de sistemas de *qubits* acoplados a banhos finitos. A vasta experiência do



Prof. Renato em correlações quânticas, um assunto bastante complexo, ajudou-nos a entender os processos de decoerência e recorrências de correlações quânticas que podem ocorrer quando banhos finitos são considerados. A Ana concluiu seu doutorado em 2016 e está agora realizando seu pós doutoramento na cidade de Siegen, Alemanha.

Um trabalho que também considero interessante foi desenvolvido pelo doutorando João Xavier (D). O João estudou analiticamente efeitos de dissipação sobre um oscilador harmônico acoplado a um banho finito composto por vários sistemas quárticos, cuja dinâmica é caótica. Mostramos como o expoente de Lyapunov dos osciladores quárticos e efeitos de ressonância afetam a razão de amortecimento no oscilador harmônico. No dias de hoje, João é professor no Instituto Federal Catarinense, Campus de Rio do Sul.

Neste mesmo período, o aluno de IC do Prof. Holokx da UDESC, Alan Celestino (M), estudou no espaço de parâmetros o valor de correntes geradas pelo efeito catraca. Este era um assunto que já havia sido proposto ao Prof. César, e começamos assim uma colaboração com o Prof. Holokx. O Alan mostrou que as correntes geradas em catracas têm máxima eficiência quando os parâmetros do problema são escolhidos dentro de estruturas periódicas do espaço de parâmetros. A existência destas estruturas no espaço de parâmetros é aparentemente uma propriedade genérica de sistemas não lineares. Elas foram observadas pela primeira vez no ano de 1993 pelo Prof. Gallas, que na época utilizou o mapa de Hénon. Os resultados do Alan, mostrando a importância das estruturas periódicas para gerar correntes de catraca, foram publicados num PRL em 2011. Logo após, o Alan realizou seu mestrado comigo e estudamos efeitos de temperatura sobre as estruturas de corrente, gerando outro PRL em 2013. Nos dias de hoje, ele está terminando seu doutoramento no MPIPKS, sob orientação do Dr. Alexandre Eisfeld, um antigo conhecido da época de Freiburg.

De 2007 a 2010 participei da elaboração de projetos da UFPR para o CT-Infra (Finep), na figura de líder de área em Modelagem e Computação Científica. Na época, esta área envolvia cerca de 90 pesquisadores de diversos departamentos da UFPR. Com estes projetos, foi possível fazer atualizações importantes no *cluster* de computadores para fins de pesquisa, que é denominado Laboratório Central de Processamento de Alto Desempenho (LCPAD). O professor Carlos de Carvalho do nosso departamento é um dos gerenciadores do sistema. Neste período propusemos a construção de um prédio para assentar o LCPAD. Este prédio está atualmente sendo construído do lado esquerdo da rua de saída do Centro Politécnico.

Como consequência da minha experiência positiva no doutorado, sempre estive bastante interessado em realizar uma cooperação internacional com uma universidade alemã. Após quatro tentativas indeferidas, escrevendo projetos diferentes com parceiros alemães distintos, somente no ano de 2011 foi aprovada a Cooperação Internacional com a Universidade Técnica de Dres-

den (Projeto PROBRAL 372/12 - CAPES/DAAD), sob título *Dinâmica Clássica e Quântica em Banhos Discretos*. Coordenei este projeto de 2012 a 2015 junto com o Prof. W. Strunz, que foi o coordenador pelo lado alemão. Professor Strunz e eu dividimos a mesma sala na época do meu doutorado em Freiburg e sempre foi nossa intenção realizar algum tipo de cooperação internacional. Nesta cooperação os alunos que tiveram a oportunidade de realizar bolsa de doutorado sanduíche em Dresden por um período de onze meses foram: Ana Costa, João Xavier, Marcelo Custódio e Samyr Abdulack. Do grupo alemão visitaram o Brasil os doutorandos: Ansgar Pernice, Richard Hartmann, Lena Simon e o pós doutorando Martin Schlesinger. Os pesquisadores brasileiros que realizaram missões científicas dentro deste projeto foram César Manchein (UDESC), Mircea Galiceanu (UFAM) e Marcos Gomes Eleutério da Luz (UFPR).

Com o doutorando Carlos Alberto Jousseph (IC/D) iniciamos em 2013 a trabalhar com vetores de Lyapunov para caracterizar sistemas dinâmicos não lineares. Recentemente foi desenvolvida uma técnica numérica para o cálculo destes vetores. Anteriormente era somente possível calcular a magnitude dos vetores de Lyapunov. Iniciamos este trabalho em colaboração com o Prof. Sérgio Roberto Lopes do nosso departamento. No ano de 2014, participei como membro do ASG (*Advanced Study Group*) sobre *Eventos Ópticos Raros: um desafio na dinâmica de lasers* no MPIPKS. Estes grupos de estudo são bastante interessantes e permitem que quatro pesquisadores (líder e três membros) reúnam-se por até três meses para trabalhar e discutir sobre um assunto de pesquisa atual. Pode-se organizar mini-conferências e convidar palestrantes e visitantes. Neste ASG implementamos a técnica dos vetores de Lyapunov para prever picos em sistemas contínuos caóticos. Gostaria de mencionar que este ASG permitiu que, depois de quase dez anos, eu voltasse a colaborar com o Prof. Gallas, que foi o líder do nosso ASG.

Atualmente estou com quatro orientandos de doutorado, Rafael Marques, Flávio Prebianca, Miguel Prado (vindo do México) e Carlos Fábio. Com o Rafael, coorientado por C. Manchein, estamos estudando Hamiltonianos efetivos em sistemas dinâmicos (em colaboração com o Prof. J. M. Rost) e tempos de recorrência em sistemas conservativos com caos fraco (em colaboração com o Dr. E. Altmann). Com o Flávio pretendemos caracterizar eventos extremos em circuitos eletrônicos. Este trabalho é uma colaboração com o Prof. Holokx (UDESC), onde será realizada a parte experimental. O Carlos Fábio está estudando propriedades da correlação de distância em sistemas dinâmicos e o assunto desenvolvido pelo Miguel será mencionado abaixo. Tenho dois ótimos alunos de IC, o Igor Benek-Lins e a Bruna Pascual Dias. Os dois estão estudando sobre propriedades dos vetores de Lyapunov no mapa de Hénon e assinaturas em sistemas quânticos, respectivamente.

Em fevereiro deste ano completei 18 anos como professor do Departamento de Física da

UFPR. Ainda tenho vários anos pela frente, ao longo dos quais pretendo continuar contribuindo na formação dos nossos alunos da física, no Departamento, bem como na PG. Acredito que minha maior contribuição poderá ser na PG, tanto nas orientações, como nas cooperações internacionais. Atualmente nossa PG tem conceito 6 na CAPES e pretendemos subir para 7. Um dos pontos cruciais para alcançar o conceito 7 é a internacionalização do nosso programa. Juntamente com meu aluno de doutorado, Miguel Prado, estamos iniciando uma colaboração com os Profs. T. Gorin da Universidade de Guadalajara (México) e Jean Claude Garreau, do CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica) em Lille (França). O objetivo é estudar assinaturas do comportamento dos vetores de Lyapunov clássicos sobre o sistema quântico correspondente. Além disso, tenho trabalhos em andamento com o Prof. W. Strunz da Universidade Técnica de Dresden, Prof. J. M. Rost e o Dr. A. Eisfeld do MPIPKS.

Nos Apêndices seguintes eu discrimino as minhas atividades de acordo com a Resolução 10/14 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFPR.

## **A Atividades de ensino e orientação**

### **A.1 Ensino de graduação**

Ministrei diversas disciplinas para diferentes cursos de graduação. No caso específico do curso de Física, cursei disciplinas dos ciclos básico e profissional. As disciplinas que ministrei foram:

- CF412 - Física Básica A (durante o regime anual)
- CF345 - Física Básica I
- CF346 - Física Básica II
- CF372 - Mecânica Quântica I
- CF373 - Mecânica Quântica II
- CF415 - Estrutura da Matéria A (durante o regime anual)
- CF349 - Instrumentação Computacional em Física

Para os demais cursos, ministrei as disciplinas:

- CF059 - Física I
- CF060 - Física II

Na UFPR temos no mínimo duas turmas por semestre, o que representa 8 horas de aula por semana.

## **A.2 Ensino de pós-graduação**

Logo após meu ingresso no Departamento, fui credenciado no programa de PG. As disciplinas que ministrei desde então foram:

- CF703 - Física Quântica I (dois semestres e atualmente).
- CF704 - Física Quântica II (dois semestres).
- CF706 - Tópicos Especiais de Física Teórica: Caos Quântico Dissipativo e Descoerência; Sincronização de mapas acoplados; Equações de Schrödinger Estocásticas; Distribuição dos Expoentes de Lyapunov máximos em Sistemas Hamiltonianos; Matrizes Aleatórias em Mecânica Quântica; Métodos de procura de invariantes I; Métodos de procura de invariantes II; Átomos de Rydberg; Interações Estocásticas;

É comum que na PG façamos um rodízio entre os professores credenciados para ministrar as disciplinas obrigatórias.

## **A.3 Orientação**

### **A.3.1 Graduação**

Os alunos de iniciação científica que orientei foram:

1. Bruna Pascual Dias (2016 - em andamento).
2. Igor Benek-Lins (2015 - em andamento).
3. Guilherme Alexandre Emidio (2011).
4. Marcelo Silva Custódio (2008).
5. Jacques Eugene Nuernberg Temary (2008).
6. Luis Antonio Toporowivz (2007).
7. Hércules Alves de Oliveira Jr. (2005).
8. Thais Botura. (2003).
9. Carlos Jousseph (2001).

### A.3.2 Pós-graduação

Orientei os seguintes estudantes:

#### Mestrado:

1. Alan Celestino. *Investigação do espaço de parâmetros de catracas clássicas* (2013).
2. Ana Cristina Costa. *Estudo da dinâmica de correlações quânticas em um sistema de dois qubits acoplado ao banho* (2012).
3. Helga Pollnow. *Colisão de átomos de Rydberg frios* (2011).
4. Marcelo da Silva Custódio. *Efeito de bordas em bilhares abertos* (2010).
5. Hércules Alves de Oliveira Junior. *Partículas interagentes num bilhar com paredes suaves* (2008).
6. César Manchein. *Duas partículas clássicas confinadas num bilhar unidimensional e interagindo via potencial de Yukawa* (2006).
7. Jane Rosa. *Transporte de Partículas em Potenciais Assimétricos* (2004).
8. Eliane Pereira Serra Xavier. *Duas Partículas Quânticas confinadas num Círculo interagindo via Potencial de Yukawa* (2003).

#### Doutorado:

1. Miguel Prado. *Dinâmica quântica e vetores de Lyapunov em sistemas fracamente dissipativos* (2016 - em andamento).
2. Carlos Fábio. *Correlação de distância em sistemas dinâmicos* (2015 - em andamento).
3. Rafael Marques da Silva. *Hamiltonianos dominantes em sistemas dinâmicos* (2015 - em andamento).
4. Flávio Prebianca. *Eventos extremos em circuitos elétricos* (2015 - em andamento).
5. Ana Cristina Costa Sprotte. *Correlações quânticas em sistemas abertos* (2016).
6. João Carlos Xavier. *Dissipação em banhos caóticos* (2015).
7. Samyr Abdulack. *Sistemas dinâmicos em banhos estruturados* (2014).
8. Marcelo Custódio. *Bilhares abertos e partículas em banhos estruturados* (2014).

9. Carlos Alberto Jousseph. *Propriedades do mapa padrão na transição do conservativo para o dissipativo* (2014).
10. Hércules Alves de Oliveira Jr. *Partículas interagentes e efeitos de bordas em bilhares* (2012).
11. César Manchein. *Estudo das propriedades de caos fraco em sistemas conservativos e intermitentes* (2010).
12. Jane Rosa. *Transferência de energia em meios modulados e transporte de partículas em catacras* (2008).
13. Paulo César Rech. *Sincronização, bifurcações e multiestabilidade em sistemas dinâmicos discretos* (2005). (co-orientação).

### A.3.3 Supervisão de Pós Doutorado

- Guilherme Delben (2014). Esta supervisão deu-se em Dresden, quando o Guilherme estava realizando seu pós doutoramento dentro da cooperação internacional (CAPES-DAAD) entre UFPR e Universidade Técnica de Dresden (ver abaixo os projetos). Neste período eu estava como pesquisador visitante no MPIPKS.
- Mircea Galiceanu (2010). PDJ - CNPq (504645/2008-0). Hoje Mircea é professor no departamento de Física da UFAM.

## B Publicações: Artigos publicados em revistas nacionais e internacionais indexadas

1. S.Abdulack, M.W.Beims and S.R.Lopes, *Controlling ratchet transport via a finite kicked environment*. Phys. Rev. E **94**, 062210 (2016).
2. M.W.Beims and J.A.C.Gallas, *Alignment of Lyapunov Vectors: A Quantitative Criterion to Predict Catastrophes?* Scientific Rep. **6**, 3710 (2016).
3. A.Celestino, A.Croy, M.W.Beims and A.Eisfeld, *Rotational directionality via symmetry-breaking in an electrostatic motor*. New.J.Phys. **18**, 063001 (2016).
4. M.W.Beims and J.A.C.Gallas, *Manifold angles, the concept of self-similarity, and angle-enhanced bifurcation diagrams*. Scientific Rep. **6**, 18859 (2016).

5. A.C.S.Costa, M.W.Beims and R.M.Angelo, *Generalized discord, entanglement, Einstein-Podolsky-Rosen steering, and Bell nonlocality in two-qubit systems under (non-)Markovian channels: Hierarchy of quantum resources and chronology of deaths and births*. Physica A **461**, 469 (2016).
6. A.C.S.Costa, M.W.Beims and W.T.Strunz, *System-environment correlations for dephasing two-qubit states coupled to thermal baths*. Phys. Rev.A **93**, 052316 (2016).
7. C.A.Jousseph, T.A.Kruger, C.Manchein, S.R.Lopes and M.W.Beims, *Weak dissipative effects on trajectories from the edge of basins of attraction*. Physica A **456**, 68 (2016).
8. R.M.da Silva, M.W.Beims and C.Manchein, *Recurrence-time statistics in non-Hamiltonian volume-preserving maps and flows*. Phys. Rev. E **92**, 022921 (2015).
9. J.C.Xavier, W.T.Strunz and M.W.Beims, *Dissipative dynamics in a finite chaotic environment: Relationship between damping rate and Lyapunov exponent*. Phys. Rev. E **92**, 022908 (2015).
10. R.M.da Silva, C.Manchein, M.W.Beims and E.G.Altmann, *Characterizing weak chaos using time series of Lyapunov exponent*. Phys. Rev. E **91**, 062907 (2015).
11. M.W.Beims, M.Schlesinger, C.Manchein, A.Celestino, A.Pernice and W.Strunz, *Quantum-classical transition and quantum activation of ratchet currents in the parameter space*. Phys. Rev. E **91**, 052908 (2015).
12. M.D.Galiceanu, M.W.Beims and W.Strunz, *Quantum energy decays and decoherence in discrete baths*. Physica A **415**, 294 (2014).
13. A.C.S.Costa, R.Angelo e M.W.Beims, *Monogamy and backflow of information in non-Markovian baths*. Phys. Rev.A **90**, 012322 (2014).
14. S.A.Abdulack, W.T.Strunz e M.W.Beims, *Finite kicked environments and the fluctuation-dissipation relation*. Phys. Rev. E **89**, 042141 (2014).
15. C.Manchein, M.W.Beims and J.M.Rost, *Characterizing weak chaos in nonintegrable Hamiltonian systems: the fundamental role of stickiness and initial conditions*. Physica A **400**, 186 (2014).
16. A.Celestino, C.Manchein, H.A.Albuquerque, M.W.Beims, *Generic Structures in Parameter Space and Ratchet Transport*. CNCNS **19**, 139 (2014).

17. A.Celestino, C.Manchein and M.W.Beims, *Temperature Resistant Optimal Ratchet Transport*. Phys.Rev.Lett. **110**, 114102 (2013).
18. C.Manchein and M.W.Beims, *Conservative Generalized Bifurcation Diagrams*. Phys. Lett. A **377**, 789 (2013).
19. C.Manchein, M.W.Beims and J.M.Rost, *Characterizing the dynamics of higher dimensional nonintegrable conservative systems*. CHAOS **22**, 033137 (2012).
20. M.S.Custódio, C.Manchein, M.W.Beims, *Chaotic and Arnold stripes in weakly chaotic Hamiltonian systems*. CHAOS **22**, 026112 (2012).
21. H.A.Oliveira, G.A.Emidio, M.W.Beims, *Three unequal masses on a ring and soft triangular billiards*. CHAOS **22**, 026111 (2012).
22. A.Celestino, C.Manchein, H.A.Albuquerque and M.W.Beims, *Ratchet transport and periodic structures in parameter space*. Phys.Rev.Lett. **106**, 234101 (2011).
23. M.S.Custodio and M.W.Beims, *Intrinsic stickiness and chaos in open integrable billiards: Tiny border effects*. Phys.Rev.E **83**, 056201 (2011).
24. M.S.Custodio and M.W.Beims, *Edge effects in billiards: stickiness and long-lived states*. Journal of Physics: Conf. Ser. **246**, 012004 (2010).
25. C.Manchein, J.Rosa and M.W Beims, *Chaotic motion at the emergence of the time averaged energy decay*. Physica D **238**, 1688 (2009).
26. C.Manchein and M.W.Beims, *Gauss map and Lyapunov exponents of interacting particles in a billiard*. Chaos, Solitons and Fractals **39**, 2041 (2009).
27. C.Manchein and M.W.Beims, *Ratchetlike pulse controlling the Fermi deceleration and hyperacceleration*. Journal of Computational Interdisciplinary Sciences **1** (2), 99(2009).
28. C.Manchein and M.W.Beims, *Dissipation effects on the Ratchetlike pulse*. Math.Prob.Eng. 513023 (2009).
29. H.A.Oliveira, C.Manchein and M.W Beims, *Soft wall effects on interacting particles in billiards*. Phys.Rev.E **78**, 046208(2008).
30. J.Rosa and M.W Beims, *Dissipation and transport dynamics in a ratchet coupled to a discrete bath*. Phys.Rev.E **78**, 031126 (2008).



31. C.Manchein and M.W.Beims, *Instability of powers of the golden mean.* Chaos, Solitons and Fractals **35**, 245 (2008).
32. M.W.Beims, C.Manchein and J.M.Rost, *Origin of chaos in soft interactions and signatures of non-ergodicity.* Phys.Rev.E **76**, 056203 (2007).
33. J.Rosa and M.W Beims, *Optimal transport in a Ratchet Coupled to a Modulated Environment: the role of Levy walks.* Physica A **386**, 54 (2007).
34. P.C Rech, M.W Beims and J.A.C. Gallas, *Generation of quasiperiodic oscillations in pairs of coupled maps.* Chaos, Solitons and Fractals **33**, 1394(2007).
35. L. Toporowicz and M. W. Beims, *Correlation effects of two interacting particles in a circular billiard.* Physica A **371**, 5 (2006).
36. P. C. Rech, M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Basin size evolution between dissipative and conservative limits.* Phys. Rev. E **71**, 017202 (2005).
37. P. C. Rech, M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Naimark-Sacker Bifurcations in Linearly Coupled Quadratic maps.* Physica A **340** 351 (2004).
38. J. Rosa and M. W. Beims, *Environment Dependent Transport in Multiple Asymmetric Potential Wells.* Physica A **340** 29 (2004).
39. E. P. S. Xavier, M. C. Santos, L. G. G. V. Dias da Silva, M. G. E. da Luz and M. W. Beims, *Quantum Chaos for Two Interacting Particles Confined to a Circular Billiard.* Physica A **340**, 377 (2004).
40. M. V. Vessen Jr, P. C. Rech, M. W. Beims, J. A. Freire, M. G. E. da Luz, P. G. Lind and J. A. C. Gallas, *The Dynamics of Complex-Amplitude Norm-Phys. Rev. E serving Lattices of Coupled Oscillators.* Physica A **338**, 537 (2004).
41. F. M. Andrade, B. K. Cheng, M. W. Beims and M. E. G. da Luz, *A generalized semi-classical exPhys. Rev. E sion for the eigenvalues of multiple well potentials.* J. Phys. A **36**, 227 (2003).
42. C. A. C. Jousseph, S. E. S. Pinto, L. C. Martins and M. W. Beims, *Influence of impurities on the dynamics and synchronization of coupled map lattices.* Physica A **317**, 401 (2003).
43. M. W. Beims, P. C. Rech e J. A. C. Gallas, *Fractal and riddled basins: arithmetic signatures in the parameter space of two coupled quadratic maps.* Physica A **295**, 272 (2001).

44. M. E. G. da Luz, B. K. Cheng and M. W. Beims, *Asymptotic Green's functions: A generalized semiclassical approach for scattering by multiple barriers potential*. J. Phys. A, **34**, 5041 (2001).
45. M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Integrals of Motion and Quantum Operators for Hydrogenic Atoms in External Fields*. Phys.Rev.A **62**, 3410 (2000).
46. P. C. Rech, M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Recovering physical parameters from the geometrical structure of the phase space*. Physica A **283**, 273 (2000).
47. M. W. Beims, V. Kondratovich and J. B. Delos, *Semiclassical Theory of Width-Weighted Spectra for Regular Systems: Absorption Spectra and Decay Rates*. Phys. Rev. A **62**, 3401 (2000).
48. P. C. Rech, M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Discovering parameter values by measuring self-similar structures in the phase-space of dissipative systems with constant Jacobian*. Europhys. Lett. **49**, 702 (2000).
49. M. W. Beims, V. Kondratovich and J. B. Delos, *Semiclassical Representation of Width-Weighted Spectra*. Phys. Rev. Lett. **81**, 4537 (1998).
50. M. W. Beims and J. A. C. Gallas, *Accumulation points in nonlinear parameter lattices*. Physica A **238**, 225 (1997).
51. M. W. Beims, *Detecting classical bifurcations from experimental data*. Phys. Rev. A **56** , R2506 (1997).
52. M. W. Beims and G. Alber, *Bifurcations of electronic trajectories and dynamics of electronic Rydberg wave packets for hydrogenic and non-hydrogenic atoms*. J. Phys. B **29**, 4139 (1996).
53. M.W. Beims and G. Alber, *Bifurcations of electronic trajectories and dynamics of electronic Rydberg wave packets*. Phys.Rev. A **48**, 3123 (1993).
54. M.W. Beims and J.A.C. Gallas, *Existence of infinite exact eigensolutions for the  $x^2 + \lambda x^2/(1 + gx^2)$  interaction*. Braz. J. Phys. **20**, 92 (1990).

## C Referee de Periódicos

Atuo como referee dos seguintes periódicos:

- 2015 - Atual. *Nonlinear Dynamics*.

- 2011 - Atual. *Chaos, Solitons and Fractals*.
- 2011 - Atual. *New Journal of Physics*.
- 2011 - Atual. *Chaos*.
- 2010 - Atual. *Physica D, Nonlinear Phenomena*.
- 2009 - Atual. *Journal of Chemical Physics*.
- 2007 - Atual. *Naturwissenschaften*.
- 2006 - Atual. *Physica A, Statistical Mechanics and Applications*.

## D Editor convidado

- De 2010 a 2012 fui editor convidado da revista *Chaos*.

## E Cargos Administrativos

Ao longo da carreira assumi os seguintes cargos administrativos:

- Coordenador de pós graduação - 2002-2004 e 2004-2006. Nestes 2 mandatos os vice coordenadores foram: Prof. F. Sharipov de 2002-2004 e Prof. E. S. Silveira de 2004-2006.
- Líder da Área de Modelagem e Computação Científica para a elaboração do projeto CT-Infra. (2007-2010).
- Por diversas vezes fui membro dos colegiados de graduação e pós graduação em Física, bem como de bancas de seleção de mestrado e doutorado.
- Particpei de várias bancas de iniciação científica, exames de qualificação de doutorado, bancas de mestrado e de doutorado.

## F Organização de Eventos Científicos

Particpei do comitê organizador de evento nacional e internacional, como listado abaixo:

- 2014. Membro do Grupo de Estudos Avançados no MPIPES sobre *Eventos raros ópticos: um desafio na dinâmica de Lasers*. Líder foi o Prof. Gallas e os outros membros foram os Profs. C. Masoller e V. Kovanis. Neste período organizamos as visitas dos pesquisadores Jean-Claude Garreau (mencionado acima), M. Hauser, I. Jánosi, T. Pöschel, Y. Sato, Y. Ueda, J. Zamora, J. Kollmer e J. Lamb.

- 2011. Membro do comitê organizador do *International School-Conference of Mathematics and Physics of Billiard-like Systems* (2011). Outros membros foram: E. D. Leonel, L. Bunimovich, S. Loskutov e R. Markarian.
- 2010. Membro do comitê local organizador do *VIII Workshop de Física Molecular e Espectroscopia*.
- ...2018. Convidado para participar como membro do comitê organizador da conferência internacional sobre *Quebra de Ergodicidade em Sistemas de muitos Corpos*, que deverá ser realizada (caso aprovada) em outubro de 2018, em Natal. O Prof. A. Politi é o organizador geral.

## G Participação em bancas e em outras comissões

Ao longo da carreira participei de diversas bancas de IC, de 14 exames de qualificação de doutorado, 13 defesas de dissertação de mestrado e 12 de teses de doutorado (aqui não foram computadas as defesas dos meus orientandos). Participei também em 4 bancas de concurso para professor efetivo e de testes seletivos para professor substituto. Fui membro de várias bancas de exame de seleção para a nossa PG.

## H Participação em eventos científicos

Ao longo da carreira participei de diversos eventos nacionais e internacionais.

## I Apresentação de seminários

Listo aqui minha participação como palestrante convidado em congressos nacionais e internacionais:

- 2016. 4<sup>a</sup> *International Conference on Complex Dynamical Systems and Applications*, Durgapur, Índia.
- 2014. 1<sup>a</sup> *International Conference on Molecules, Polymers and Material Science* (2014), Manaus, Brasil.
- 2013. XIII *Latin American Workshop on Nonlinear Phenomena*, Córdoba, Argentina.
- 2013. 1<sup>o</sup> Encontro de Físicos do Sul do País, Curitiba. De última hora substituí um palestrante convidado que não pode comparecer ao Encontro.

- 2011. Conferência *Nonlinear Physics and Applications*, João Pessoa, Brasil.
- 2011. XII *Latin American Workshop on Nonlinear Phenomena*, San Luis Potosí, México.
- 2009. *First International School-Conference Mathematics and Physics of Billiard-like Systems*, Águas de Lindóia, Brazil.
- 2008. *Workshop on Complex Systems. II Workshop on simulation and analysis of complex systems*, São José dos Campos, Brasil.

## J Projetos de Pesquisa

Particpei como coordenador ou colaborador nos seguintes projetos:

- Edital Universal CNPq - 01/2000 (464913/2000-4) no valor de R\$ 8.494,40. *Redes de mapas acoplados com impurezas*. Coordenador.
- Projeto FUNPAR de auxílio à pesquisa, no valor de R\$ 1.000,00, Julho 2001. Coordenador.
- Edital Universal CNPq no valor de R\$ 24.542,26, Setembro 2001. Colaborador. Coordenador foi o Prof. R. L. Viana no nosso departamento.
- Edital MCT/CNPq 14/2009 (478788/2009-6). Dissipação em banhos estruturados. Coordenador (2009-2011).
- Edital PROBRAL I, (CAPES/DAAD, colaboração internacional com Alemanha - CAPES, projeto: 372/12). Título projeto: Dinâmica clássica e quântica em banhos discretos. Coordenador brasileiro (2012 - 2015). O coordenador do lado alemão foi o Prof. Walter Strunz da Universidade Técnica de Dresden. Este projeto contou com a participação, como pesquisadores, dos Professores da UDESC: C. Manchein, da UFAM: M. Galiceanu e da UFPR: M. G. E. da Luz. Tivemos a participação de 4 doutorandos brasileiros (bolsas sanduíches com permanência de 11 meses), 3 alemães e um pós doutorando de cada país. Todos estes realizaram missões de trabalho no outro país.
- Edital Universal CNPq 01/2016 (432029/2016-8). Dissipação em banhos estruturados. Coordenador (2016-1018). Esperando liberação da verba (Faixa B até R\$ 60.000,00).

## **K Bolsas**

### **K.1 Produtividade em pesquisa - CNPq**

Comecei como pesquisador 2C no ano de 2001. Abaixo apresento meu histórico de bolsas em produtividade em pesquisa.

- Nível 2C (301426/95-3, Nova), de agosto de 2001 a julho de 2003.
- Nível 2 (306933/2004-7, Nova), de março de 2005 a fevereiro de 2008.
- Nível 2 (306116/2009-0, Nova), de março de 2010 a fevereiro de 2013.
- Nível 2 (307663/2012-4, Renovação), de março de 2013 a fevereiro de 2016.
- Nível 2 (311182/2015-1, Renovação), de março de 2016 a fevereiro de 2019.

### **K.2 Estágios no exterior**

- Antes de ser contratado na UFPR recebi bolsa da CAPES de agosto/1997 a agosto/1998 para realizar pós doutorado no *College of William and Mary* (Williamsburg, USA).
- De julho/2012 a junho/2013 recebi do Instituto Max-Planck para a Física de Sistemas Complexos (Dresden, Alemanha) uma bolsa de pesquisador visitante para trabalhar neste Instituto.

## **L Vínculo com a UFPR**

- 2014 - Atual: Professor Associado IV
- 2012 - 2014: Professor Associado III
- 2010 - 2012: Professor Associado II
- 2008 - 2010: Professor Associado I
- 2005 - 2008: Professor Adjunto IV
- 2003 - 2005: Professor Adjunto III
- 2001 - 2003: Professor Adjunto II
- 1999 - 2001: Professor Adjunto I