
**Memorial Descritivo para Promoção à Classe de
Professor Titular da Carreira de Magistério
Superior**

Edson Vernek



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Uberlândia
2024

Edson Vernek

**Memorial Descritivo para Promoção à Classe de
Professor Titular da Carreira de Magistério
Superior**

Memorial apresentado ao Instituto de Física (INFIS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como parte dos requisitos exigidos para a Promoção da Classe de Professor Associado IV para a Classe de Professor Titular da Carreira de Magistério Superior, conforme a Portaria do MEC nº 982, de 03 de outubro de 2013, e a Resolução 03/2017, de 09 de junho de 2017, do Conselho Diretor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Uberlândia

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

V531m Vernek, Edson, 1973-
2024 Memorial Descritivo para promoção à classe de Professor Titular da
carreira de Magistério Superior [recurso eletrônico] / Edson Vernek. -
2024.

Memorial Descritivo (Promoção para classe E - Professor Titular) -
Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Física.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.5201>

Inclui bibliografia.

1. Professores universitários - formação. I. Universidade Federal de
Uberlândia. Instituto de Física. II. Título.

CDU: 378.124

André Carlos Francisco
Bibliotecário Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE FÍSICA

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO MEMORIAL ACADÊMICO DO PROFESSOR EDSON VERNEK, PARA AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO PARA A CLASSE E, DENOMINADA DE PROFESSOR TITULAR, EM CUMPRIMENTO ÀS RESOLUÇÕES Nº 03/2017 CONDIR, e Nº 01/2014 CONINFIS.

Aos 04 dias do mês de novembro de 2024, às 14:00 horas, reuniram-se, em ambiente virtual, o professor Edson Vernek e a Comissão Especial de Avaliação, nomeada pela Portaria DIRINFIS nº 253, de 09, de Outubro de 2024, para avaliar a Promoção para a Classe E do referido docente. O professor Edson Vernek apresentou, em sessão pública, com gravação de áudio, o Memorial em 50 minutos. Após a apresentação do docente, os membros da Comissão Especial de Avaliação deram início aos questionamentos. Inicialmente, o docente foi indagado pelos membros externos: o Professor Rodrigo Barbosa Capaz foi o primeiro a fazer uso da palavra, sendo seguido por Raimundo Rocha dos Santos e Mucio Amado Continentino, respectivamente. O presidente da Comissão, Mucio Amado Continentino, foi o último membro a fazer uso da palavra. Foram observados, rigorosamente, os tempos destinados à exposição oral, perguntas e respostas, sendo essa etapa concluída às 16:00 horas e 10 minutos, ocasião em que o docente foi declarado APTO à promoção para a Classe E, por satisfazer todos os critérios descritos em resolução. Eu, Mucio Amado



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE FÍSICA

Continentino, redigi e subscrevo esta ata, a qual após aprovada também será assinada pelos membros da Comissão Especial de Avaliação e pelo Professor Edson Vernek.

ASSINATURAS

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO BARBOSA CAPAZ**
Data: 06/11/2024 13:44:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rodrigo Barbosa Capaz

Documento assinado digitalmente
 **RAIMUNDO ROCHA DOS SANTOS**
Data: 06/11/2024 14:17:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Raimundo Rocha dos Santos

Documento assinado digitalmente
 **MUCIO AMADO CONTINENTINO**
Data: 06/11/2024 14:40:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mucio Amado Continentino

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela vida e por me permitir trilhar os caminhos que me trouxeram até aqui.

Agradeço a minha família pela compreensão e apoio, especialmente a minha esposa Adriana, pelo apoio incondicional durante todos os anos que juntos batalhamos as boas batalhas da vida acadêmica. Aos meus filhos que, pacientemente, compreenderam a minha ausência durante as muitas viagens e muitas horas noturnas de trabalho.

Agradeço também ao meu pai, Joventino Vernek que mesmo sem compreender muito bem meus caminhos, nunca me sonegou o apoio. Em memória da minha mãe, Elza Lourdes Vernek, não poderia deixar de reconhecer o seu apoio incondicional desde a minha tenra idade até seus últimos dias de vida em consciência.

Agradeço a minha irmã Elizabete que, inicialmente, por muitas vezes me protegeu nos momentos difíceis durante os primeiros anos escolares. Mais tarde, tornou-se observadora e fiel admiradora, compreendendo sempre a distância que nossos caminhos nos impuseram.

Deixo aqui meu reconhecimento a todos os professores e professoras e aos orientadores que pacientemente dedicaram seu tempo, compartilharam conhecimento e contribuíram para minha formação.

Gostaria de reconhecer publicamente aqui o apoio do meu sogro Alcides e da minha Zeny que sempre agiram como se fossem meus pais. Não encontro palavras para expressar minha gratidão a eles.

Gostaria de agradecer à UFU, como instituição, que me permitiu me dedicar esses anos todos como docente do seu quadro.

Agradeço também aos meus colegas, docentes do INFIS e do Programa de Pós-Graduação em Física, que me apoiaram direta ou indiretamente nos meus projetos e

iniciativas como docente do INFIS.

Agradeço também a todos os colaboradores científicos pelas oportunidades de visitá-los, permitindo excelentes conversas e discussões sobre Física e ciência em geral.

Aos meus Estudantes de Graduação e Pós-Graduação que me permitiram com eles o convívio cordial, mesmo em momentos de cobrança mais incisivas. Eles todos fazem parte da minha história acadêmica até aqui.

Reconheço o apoio das agências de fomento, CNPq, CAPES, FAPEMIG, FAPESP, FAPERJ e de diversos órgãos de financiamento do exterior que permitiram construir minha carreira, desde a formação básica, passando à Pós-Graduação, Pós-Doutorado chegando até os financiamentos de projetos de pesquisa.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente exerceram influência tanto na minha carreira acadêmica quanto na vida cotidiana. Sem eles nada do que relato nesse memorial seria possível.

A todos, muito obrigado.

O conhecimento adquirido muda uma vida, mas aquele que é compartilhado pode transformar gerações.

Ao meu pai Joventino Vernek, à minha mãe Elza Lourdes Vernek (in memoriam). À minha esposa Adriana Lima Vernek, que vem me apoiando por quase três décadas e aos meus filhos, Yuri Lima Vernek e Yan Lima Vernek, fonte de motivação para perseverar no caminho.

Resumo

Este memorial cumpre parte dos requisitos exigidos para a Promoção da Classe de Professor Associado IV para a Classe de Professor Titular na Carreira do Magistério Superior, de acordo com a Portaria do MEC nº 982, de 3 de outubro de 2013, regulamentada pela Resolução nº 3/2017, do Conselho Diretor da Universidade Federal de Uberlândia, de 09 de junho de 2017. Para a sua elaboração, procurei seguir o disposto no Anexo 5, Roteiro para Elaboração do Memorial, da Resolução nº 03/2017, do Conselho Diretor, de 9 de junho de 2017. A história aqui contada inicia-se no ano de 1979, ano em que o trabalho se tornou realidade em minha vida, passando por percalços e oportunidades ao longo do caminho que me trouxe até aqui. Uma descrição mais detalhada é dada a partir de 2008, ano que ingressei na Universidade Federal de Uberlândia. A narrativa é interrompida ao início do segundo semestre de 2024 quando da submissão do presente memorial. O conteúdo é constituído da descrição e análise das atividades que foram importantes no âmbito da minha formação e das minhas atividades como docente da Universidade Federal de Uberlândia. Mais destaque será dado as atividades desenvolvidas ao longo dos 16 anos nesta Universidade.

Palavras-chave: Memória, Reflexão, Vida, Ensino, Pesquisa.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Reflexões preliminares	17
1.2	Organização	18
2	FORMAÇÃO ACADÊMICA	19
2.1	O Primário	19
2.2	O Ginásio	21
2.3	O Segundo Grau	23
2.4	A licenciatura em Física	24
2.5	A transição entre a graduação e o Mestrado	27
2.6	O Doutorado	28
2.7	O Pós-Doutorado em 2007-2008	30
3	ATIVIDADES DOCENTES NA UFU	33
3.1	O ingresso na Universidade Federal de Uberlândia	33
3.2	Atividades de Pesquisa	34
3.2.1	O credenciamento no Programa de Pós-Graduação	34
3.2.2	O efeito Kondo e o grupo de renormalização numérica	34
3.2.3	A interação elétron-fônon e o efeito Kondo em estruturas moleculares	37

3.2.4	Efeito Kondo em múltiplos pontos quânticos	38
3.2.5	Férmions de Majorana em nanofios supercondutores topológicos (Pós-doutorado na USP)	39
3.2.6	Propriedades magnéticas de cadeias de spin (Professor Visitante na universidade de Ohio-2019)	40
3.2.7	Localização de muitos corpos	43
3.2.8	Propriedades magnéticas em redes kagome (Professor Visitante na Universidade de Ohio-2022)	45
3.2.9	Frutos das atividades de pesquisa	46
3.3	Atividades de Ensino	46
3.3.1	Mini-cursos ministrados no exterior	48
3.4	Atividades de extensão	48
3.4.1	Organização da 17th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics	48
3.4.2	Membro de Junta de Educação	49
3.4.3	Seminários e entrevistas	49
3.4.4	Organização de Escola de Altos Estudo da CAPES	50
3.4.5	Membro da comissão organizadora da Semana Acadêmica da Física 2010	51
3.5	Atividades de Gestão e outras	51
3.5.1	Coordenações	51
3.5.2	Membro de conselhos e comissões	52
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	57
A	PUBLICAÇÕES	59
B	ORIENTAÇÃO E SUPERVISÃO	65
B.0.1	Supervisão de Pós-doutorado	65
B.0.2	Orientação de tese de Doutorado	65

B.0.3	Orientação de dissertação de Mestrado	66
B.0.4	Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)	66
B.0.5	Orientação de Iniciação Científica	67
C	VISITAS, MISSÕES E CONFERÊNCIAS	69
C.0.1	Participação em conferências	70
D	PARTICIPAÇÃO EM BANCAS	73
E	COORDENAÇÃO DE PROJETOS	77
F	PARECERES EM ARTIGOS E PROJETOS	81

Introdução

1.1 Reflexões preliminares

Toda história narrada é sempre contaminada pelo seu narrador. Ao ser contada, a história fica envolta pelo seu olhar e interpretação. A história autonarrada também sofre da mesma contaminação. De fato, nesse caso ela se dá em dose duplicada, já que narrar a própria história é, de algum modo, revivê-la. Deste modo, a primeira contaminação se dá na vivência dos fatos quando das suas ocorrências. As condições do narrador no momento em que viveu os fatos era, muito provavelmente, distintas daquelas no tempo da narrativa. Portanto, há sempre uma reinterpretação, consciente ou inconsciente, dos fatos vivenciados pelo escritor. Não há nenhum mau nesse processo se a veracidade dos fatos for preservada.

No presente memorial tratarei de contar os fatos que julgo relevantes ao longo do caminho que me trouxe até o presente momento. Obviamente, trarei uma interpretação de como fui influenciado pelos acontecimentos desde a minha perspectiva atual. Por ser um memorial de natureza acadêmica, darei ênfase aos fatos que me parecem ter uma relação ou consequência mais direta com a minha trajetória acadêmica. Proponho-me, portanto, relatar os fatos relevantes, analisando-os com maior ou menor profundidade, na medida em que foram mais ou menos relevantes para a minha formação e experiências profissionais. Reconheço que não é uma tarefa fácil. Olhar com detalhe para o meu próprio passado traz à memória sentimentos diversos; uns de regozijo, outros de frustrações, mas todos certamente contribuintes para o que sou hoje.

Minha jornada começa com o apoio dos meus pais, que foram fundamentais para a minha formação como pessoa. Mas não só eles, encontrei pelo caminho parentes e amigos próximos que contribuíram imensuravelmente para a minha formação. Meus pais me ensinaram muito pouco sobre as atividades profissionais que eu viria a desempenhar ao longo da vida até aqui, mas me ensinaram os fundamentos que norteiam um trabalhador:

coragem e honestidade. O trabalho entrou na minha vida em 1979. Era uma tarde, quando após uma chuva meu pai volta para a lavoura de café com uma enxada para capinar. Eu e minha irmã fomos com ele para brincar com umas enxadinhas pequenas que ele tinha guardadas. Lembro-me que comecei ao lado dele com aquela brincadeira de enxada aos sete anos de idade e não mais abandonei até os meus 15 anos, quando fui estudar o segundo grau. Não se tratava de trabalho infantil, era apenas nas horas vagas que aprendia e ajudava meus pais em todos os afazeres da roça, sem nenhum prejuízo para meus estudos. Foi assim que o trabalho entrou na minha vida.

Antes de encerrar esta breve introdução, gostaria de me apresentar mais precisamente: Nasci na cidade de Muqui, no estado do Espírito Santo, no dia 18 de dezembro de 1973. Sou filho de Joventino Vernek e de Elza Lourdes Vernek¹, ambos eram lavradores na localidade denominada Capoeirão, no município de Cachoeiro de Itapemirim, no mesmo estado. Tanto meu pai quanto minha mãe sabiam ler e escrever, mas não passaram da quarta série do primário. Contudo, tiveram um papel fundamental na minha alfabetização. Por exemplo, minha mãe quem me ensinou a ler e meu pai que me deu as primeiras aulas de aritmética. Devo ressaltar que tenho grande admiração pelos meus avós que, apesar das dificuldades daquela ocasião (estamos falando dos anos 50), fizeram questão de alfabetizar meus pais. De fato, meu avô materno abriu as portas da sua casa para servir como escola para jovens da localidade na década de 1960. Muitos dos meus primos um pouco mais velhos do que eu foram alfabetizados na sua casa (me orgulho da bela visão daquele homem). Rendo-lhe portanto, minhas homenagens. Por outro lado, meu avô paterno, filho de escrava, alfabetizou quase todos os seus filhos, dentre eles o meu pai.

1.2 Organização

O restante desse memorial será organizado da seguinte maneira. No Capítulo 2 apresento a formação acadêmica, começando do antigo primário escolar que comecei na década de 1980 e termina com o Doutorado e Pós-Doutorado realizados nos anos 2000. Em seguida, no Capítulo 3 apresento com certo detalhe as atividades como docente da Universidade Federal de Uberlândia. Alguns trabalhos de pesquisa desenvolvidos nesse período são contextualizados, afim de dar ao leitor uma ideia mais precisa de como a dinâmica das atividades docentes me levaram a desenvolvê-los. Por fim, no Capítulo 4 apresento as conclusões e reflexões finais.

¹ Minha mãe faleceu no dia 13 de março de 2021, depois de lutar por mais de uma década contra o mau de Parkinson.

Formação acadêmica

2.1 O Primário

Eu ingressei na escola em 1981, aos meus sete anos de idade, numa escola localizada em Bom Destino, um lugarejo rural do município de Canhoeiro de Itapemirim. A escola ficava a aproximadamente seis quilômetros da minha casa, que se localizava na comunidade do Capoeirão. Eu e minha irmã, Elizabete, íamos e voltávamos caminhando na companhia de nossos primos (quase todos mais velhos do que nós), além de outros poucos colegas, todos moradores da comunidade do Capoeirão. Formávamos um grupo de dez a quinze estudantes. Só havia aula pela manhã. Durante as tardes, dedicávamos a ajudar nossos pais nos afazeres da roça e da casa. É curioso lembrar que os estudos e o trabalho, já na tenra idade, andavam sempre acompanhados. A escola tinha uma única sala de aula, mas comportava os alunos dos quatro primeiros anos. Como havia duas professoras e uma só sala, nós, os alunos da primeira e segunda séries, ficávamos de frente para um dos quadros negros que havia na sala, e éramos ensinados por uma das professoras. A outra professora usava outro quadro negro que ficava atrás de nós para ensinar os demais alunos, os da terceira e quarta séries. Era nesse ambiente escolar que comecei a conhecer as primeiras letras e números durante meu primeiro ano escolar. Nessa ocasião usávamos as famosas cartilhas *Caminho Suave*.

Um fato curioso e relevante para meu aprendizado aconteceu nesse primeiro ano. Após meus primeiros meses na escola fui acometido de caxumba. Uma criança nessas condições precisava guardar repouso rigoroso. No meu caso, não podia ir à escola tanto para guardar repouso quanto para evitar a transmissão para os colegas. Fiquei afastando da escola por cerca de três semanas. Minha irmã, contudo, continuou a frequentar a escola normalmente. Já na primeira semana em casa comecei a perceber que minha irmã avançava rapidamente no seu aprendizado de leitura, pelo método de soletração utilizado naquela época. Eu fiquei bastante frustrado com aquela situação pois estava “ficando para trás”, me sentia um desafortunado. Imediatamente protestei com minha mãe, ao

que ela me respondeu: Meu filho, fica tranquilo pois vou te ajudar. De fato, minha mãe passou a olhar as atividades que minha irmã fazia na escola e me ensinava as lições em particular. Rapidamente comecei a soletrar e ler as primeiras palavras e frases. Ao perceber meu rápido avanço no aprendizado da leitura, minha irmã enciumou-se, pedindo para que nossa mãe a ensinasse também, ao que foi prontamente atendida. Foi desse modo que comecei, junto com minha irmã, a ler e escrever. Dessa sorte, sem nenhum demérito para a professora responsável pela alfabetização, posso afirmar que, na prática, quem nos ensinou a ler foi nossa mãe. Após o período de recuperação da caxumba, retornei à escola, mas nossa mãe já não pôde mais deixar de nos ensinar em casa. Em grande medida, essa foi a razão do nosso sucesso naquela escola. Durante aquele ano de 1981, os pais dos estudantes formaram uma comissão para reivindicar junto à prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim uma professora para ensinar na comunidade do Capoeirão. Isso evitaria que seus filhos caminhassem aqueles seis quilômetros até a escola. Atendendo ao apelo dessa comissão, ainda naquele ano de 1981, uma professora foi enviada para lecionar na comunidade do Capoeirão. Entretanto, não havia uma escola construída. Foi aí que aparece novamente meu avô materno, que ofereceu uma casa desocupada do seu sítio para servir de escola. Era uma casa de pau-a-pique de dois quartos pequenos, mas dava para acomodar os alunos de primeiro e segundo anos em um quarto, e os do terceiro e quarto anos em outro. Eram nesses quartos que as carteiras escolares eram colocadas. Sendo a comunidade do Capoeirão localizada a 45 quilômetros da cidade, meu pai ofereceu nossa casa para que a professora ficasse durante a semana.

No final daquele ano meu avô avisou que precisaria da casa no ano seguinte. Por isso, ficamos sem um local onde a escola pudesse funcionar no ano de 1982. Os pais dos alunos da comunidade do Capoeirão resolveram que seus filhos não voltariam à escola do Bom Destino naquele ano de 1982, afim de forçar a prefeitura a construir uma escola na nossa comunidade. Ficamos, portanto, sem estudar durante todo o ano de 1982. Esse foi meu primeiro ano escolar perdido.

Em 1983 uma Igreja Batista ofereceu seu templo, uma capela recém-construída, para servir de escola. As carteiras escolares foram para lá transferidas, onde estudamos naquele ano, já com uma nova professora. Esta ficava na casa de seu tio que morava na comunidade. Naquele mesmo ano, a prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim resolveu construir uma escola na comunidade do Capoeirão. Foi lá que estudei a terceira e a quarta séries do antigo primário nos anos de 1984 e 1985. Nesse último ano (1985) uma nova professora foi enviada para a escola, era a memorável professora Ângela Maria Satolo Madeira, a quem devo muito do que aprendi. Foi com ela que concluí o meu Primário escolar, como era então conhecida aquela primeira etapa educacional.

2.2 O Ginásio

Quase a totalidade dos pais dos meus colegas consideravam que, ao concluir o quarto ano do primário, seus filhos já estavam alfabetizados o bastante e portanto deveriam encerrar por aí suas atividades acadêmicas e se dedicar ao trabalho da roça. Até porque o labor da roça requer (ou pelo menos requeria à época) muita mão-de-obra. Além disso, não havia na localidade escola com Ginásio, como era conhecida a etapa de estudo dos quatro anos subsequentes ao primário. Dessa sorte, não havia muita perspectiva sobre a continuidade dos estudos para nenhum de nós. Não obstante, havia em mim um desejo de continuar meus estudos, mas sabia como isso seria quase impossível. Meus pais sempre foram muito próximos das minhas professoras, em particular dessa última, a Prof. Ângela. Essa professora teve um papel singular na minha vida. Apesar de viajar os 45 quilômetros da cidade até a escola todos os dias, ela era capaz de ensinar com cuidado. Confidenciou-me ela, recentemente, que as minhas atividades e da minha irmã eram preparadas especialmente para permitir-nos aprender mais, sem atropelar o ritmo dos outros colegas. Ao final daquele ano ela insistiu com meu pai para que ele me permitisse estudar o Ginásio na cidade. Meu pai então me fez uma grande surpresa me dando aquela oportunidade única. Eu havia completado meu décimo primeiro aniversário naquele final de ano de 1984.

Em Janeiro de 1985 meu pai me fez duas inesperadas propostas. Caso eu interrompesse meus estudos, me cederia uma parte da lavoura de café para que, embora trabalharíamos juntos, o que eu colhesse daquela área seria meu. A outra proposta era que me deixaria estudar o Ginásio na cidade, me daria o sustento, mas, nesse caso, não teria a minha própria colheita. Confesso que para um garoto de onze anos poder ter seus próprios recursos financeiros era bem atrativo. Não obstante, eu estava seguro de que queria apenas estudar. Até pedi a ele para me deixar pensar por um dia, mas isso foi apenas para dar um pouco de dramaticidade ao caso, fazendo parecer que era uma decisão muito difícil. No dia seguinte disse a meu pai que preferia estudar. Gostaria que a cara e o caro leitores apreciassem aqui o valor da oportunidade. É claro que uma vez tendo a possibilidade de escolher, a melhor escolha pode até ser difícil de ser tomada, o que não o era para mim naquele caso, mas está nas mãos daquele que escolhe. O maior problema está na falta da oportunidade do indivíduo escolher. Quem impede alguém de fazer uma escolha, de certo modo, já escolheu por ele. Nesse sentido, exalto aqui a liberalidade de meu pai que me permitiu escolher aquilo que achei melhor para mim naquele momento. Minha irmã, infelizmente, não teve a minha sorte. Meus pais escolheram por ela, e não a deixaram prosseguir com seus estudos. Ela foi mais uma vítima da sociedade machista, muito mais naquela época do que hoje, há de se reconhecer.

Meu pai então me matriculou numa escola de primeiro e segundo graus na cidade de Jerônimo Monteiro. Embora morávamos na área rural do município de Cachoeiro de

Itapemirim, a cidade de Jerônimo Monteiro ficava a apenas cerca de 18 quilômetros de distância, indo pela estrada. Percorrendo o caminho pelos morros no meio dos pastos das fazendas, a distância reduzia à metade. Inicialmente eu deveria ficar durante a semana na casa dos meus avós maternos que naquele momento morava na cidade de Jerônimo Monteiro. Essa estratégia não durou por muito tempo. Pouco mais de um mês e eu resolvi voltar todos os dias para casa. Meu pai então comprou uma bicicleta Monark para que eu pudesse ir à escola. Havia um ônibus escolar que buscava os estudantes e passava ao longo da via pavimentada, chegando até o começo da estrada de chão batido que levava até à comunidade do Capoeirão. Daquele ponto até a nossa casa a distância era de aproximadamente nove quilômetros. Nesse novo itinerário, eu levantava por volta de cinco horas da manhã para ir com a bicicleta pela estrada de chão abatido até a via pavimentada, onde então pegava referido ônibus para a escola. Saíamos às onze horas e quarenta minutos. Ao meio dia o ônibus nos levava de volta. Ao chegar no ponto final do ônibus era a vez de pegar a bicicleta e voltar pelos nove quilômetros de estrada batida. Agora, quase sempre sob o sol escaldante do meio dia. Ao chegar em casa almoçava e ia para a lavoura de café, feijão ou milho, dependendo da época do ano, para ajudar meu pai. Passei os quatro anos de Ginásio nessa rotina. Não era fácil e ficava pior em dias chuvosos. O barro vermelho da estrada de chão se acumulava nos para-lamas da bicicleta que, muitas vezes impedia o pneu de rodar. Sem contar as quedas frequentes nos lugares mais escorregadios. Valeu a pena todo o esforço, finalizei o Ginásio em 1989 sem nenhum percalço. Durante todos esses anos meu pai me apoiou me sustentando na escola. A essas alturas já estava para completar meus quinze anos de idade.

Durante o Ginásio, fiz dois cursos extra-curriculares que me pareceram relevantes. Um deles foi de artes gráficas, oferecido pela União dos Lavradores de Vala do Sousa. Vala do Sousa era o antigo nome da cidade de Jerônimo Monteiro. Nesse curso aprendi a montar e a imprimir jornais manualmente, utilizando os componedores e os tipos (caracteres) metálicos. Depois de tudo montado era hora de imprimir. A impressão era feita mecanicamente em uma máquina velha e perigosa. Embora tenha sido interessante, por ser meu primeiro curso extra-curricular, não me foi muito útil na prática, já que nunca cheguei a trabalhar em gráfica, mas ficou o conhecimento adquirido. O outro curso foi de Computação, bem mais interessante e importante para tudo que eu vim a fazer e faço até os dias atuais. Era 1986 quando meu pai me matriculou numa escola de Computação na Cidade de Cachoeiro de Itapemirim. As aulas aconteciam aos sábados apenas. A Prefeitura de Jerônimo Monteiro ofereceu o ônibus escolar para levar os estudantes que fariam o curso. Naquele curso eu aprendi a fazer algoritmo e programas simples em linguagem Basic. O tempo era anterior ao Windows, portanto, tudo era na base da linha de comando. Concluí o curso naquele mesmo ano. Foi uma experiência bastante interessante para um garoto que sequer tinha eletricidade em casa. Talvez, se eu soubesse o que eu viria a fazer cerca de dez anos mais tarde teria aproveitado melhor aquele curso.

2.3 O Segundo Grau

Ao concluir o Ginásio, meu pai me disse que havia cumprido o que combinara quanto aos meus estudos. Percebendo meu rendimento escolar e incentivado pelas professoras e coordenadoras da escola, meu pai me disse que, se eu quisesse, me permitiria continuar os estudos na cidade. Agora, era o então Segundo Grau. Havia uma escola agrotécnica federal, onde muitos dos alunos, principalmente os das áreas rurais, estudavam. Eu, apesar de ter vivido toda a vida na roça e sem eletricidade, ironicamente, me interessei por fazer um curso técnico em eletricidade. Para tanto, prestei um exame de admissão no Colégio Átila de Almeida Miranda, na cidade de Cachoeiro de Itapemirim. A ideia era que, se admitido, eu moraria na casa de uma tia, trabalharia numa fábrica de móveis e estudaria Eletrotécnica num curso noturno. Deu certo. Era o ano de 1990, o início do governo do presidente Fernando Collor de Melo. O trabalho na fábrica de móveis foi oferecido por um primo próximo que tinha uma posição de encarregado. Bem, do curso eu gostava, mas do trabalho não. Gostaria de aprender sobre eletricidade o mais breve possível para poder atuar como eletricitista. Foi por isso que eu resolvi trancar o curso de Segundo Grau técnico e ingressar num curso profissionalizante, também noturno, no SENAI. Como este duraria cerca de apenas oito meses, eu rapidamente poderia atuar na nova profissão. E foi assim que aconteceu. Interrompi meu Segundo Grau e me formei em Eletricitista Instalador Predial, naquele mesmo ano de 1990. Já durante o curso, o instrutor me indicou para um emprego como auxiliar de eletricitista numa empresa que produzia pó de pedra para a indústria. Havia, finalmente, saído da fábrica de móveis e eu já gostava do novo emprego. Como já mencionado, era o primeiro ano do Governo Collor (como ficou conhecido). A então Ministra da Economia era a Sra. Zélia Cardoso de Melo, cujo plano econômico passava por confiscar os recursos de pessoas físicas e jurídicas, retendo grande parte do que tinham nos bancos. Houve crise e desemprego, como sabemos. Eu, recém contratado, fui demitido. Com isso, passei a trabalhar numa oficina de manutenção elétrica industrial e conserto de motores. Trabalhei lá por apenas poucos meses e a oficina também entrou em dificuldades financeiras. Já vivíamos o mês de outubro de 1990, eu já tinha terminado o curso de eletricitista no SENAI e resolvi voltar para a casa dos meus pais, na roça. Nesse tempo, o Estado do Espírito Santo havia estendido a rede elétrica e levado eletricidade para aquela localidade na roça. A propósito, foi durante aquele curso que eu mesmo e um colega fizemos a instalação elétrica na casa dos meus pais. Nesse ano de 1990 deixei de estudar o segundo grau, e portanto, foi o segundo ano de atraso na carreira acadêmica.

Passei um par de semanas na roça trabalhando com meu pai e repensando a vida e o futuro. Resolvi que eu deveria visitar meus tios que moravam na cidade de São Paulo. Convenci meu pai a ir comigo visitá-los naquele mesmo mês. Minha mãe disse então ao meu pai que eu provavelmente não voltaria com ele, mas ficaria em São Paulo. E assim se

sucedeu. Fomos para São Paulo e lá fiquei na casa de um tio. Completei lá meus dezesseis anos. Meu tio tinha uma oficina eletrônica de conserto de rádio e televisão. Muito gentil, ele ofereceu sua casa e disse que me ensinaria a consertar aparelhos eletrônicos. De fato, me saía bem no aprendizado e já consertava principalmente aparelhos de áudio e estava aprendendo a consertar televisões preto-e-branco e a cores. Entretanto, não me achava seguro se ficaria em São Paulo ou deveria voltar para o Espírito Santo. Por isso, no ano de 1991 não retomei os estudos do segundo grau. Meu tio resolveu expandir os trabalhos e passou a fazer manutenção elétrica e conserto de motores. Com isso me senti mais à vontade no trabalho, poderia, finalmente exercer tão sonhada profissão de electricista. Agora mais certo de que ficaria em São Paulo, retornei ao segundo grau no ano de 1992 durante o período noturno. Foram três anos trabalhando e estudando, o que me rendeu muitos frutos. Como eu trabalhava com eletricidade, passei a alimentar o sonho de cursar Engenharia Elétrica. Contudo, no decorrer daqueles três anos me encantei por Física e abandonei a ideia de estudar Engenharia. Essa inclinação pela Física muito se deve aos meus bons professores de Física e Matemática. Dentre esses, destaco o Prof. Edvaldo de Deus, uma pessoa espetacular que me incentivou a não desistir do sonho do curso superior, apesar das dificuldades.

Ao final do ano de 1994, quando terminava meu terceiro ano do Segundo Grau, resolvi fazer o vestibular da FUVEST para ingresso no curso de Física na USP. Para um aluno de escola estadual que trabalhava durante o dia, ter sucesso na FUVEST seria quase um milagre. De fato, o milagre não aconteceu. Eu então me inscrevi em num cursinho pré-vestibular da escola Politécnica da USP, oferecido para pessoas de baixa renda, categoria em que eu me enquadrava perfeitamente. Fiz a prova escrita e passei. Contudo havia o exame sócio-econômico. Eu tinha uma semana para apresentar o valor da mesada que eu recebia dos meus pais, ou uma declaração deles que mesada não havia. Ora, meus pais moravam no Espírito Santo e não havia meio de uma carta declaratória sobre o não pagamento de mesada chegar no prazo de uma semana. Expliquei a situação, mas não houve remédio, fui eliminado nesse exame sócio-econômico. Fiquei extremamente frustrado, mas o sonho de fazer Física não morreu. Fiquei os anos de 1995 e 1996 apenas trabalhando e guardando em silêncio o sonho do curso superior.

2.4 A licenciatura em Física

Era setembro ou outubro de 1996, não me recordo ao certo, quando o telefone da oficina de conserto de motores onde eu trabalhava tocou. Era uma colega que eu havia conhecido por ocasião do carnaval daquele mesmo ano. Eu havia falado a ela sobre meu interesse em estudar Física e ela me disse que me avisaria quando as inscrições para o vestibular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) (também conhecida apenas por Rural), onde ela trabalhara, estivessem abertas. Avisou-me naquela chamada

telefônica que as inscrições estavam abertas e que eu poderia me inscrever naquele certame. Sem saber onde eu poderia fazer as inscrições em São Paulo, desci até o Rio de Janeiro para me inscrever. Fiz a inscrição e escolhi fazer a prova em São Paulo, numa escola estadual nas proximidades da Avenida Paulista.

Voltei para São Paulo e resolvi ingressar em um cursinho pré-vestibular intensivo, já que eu tinha menos de três meses para me preparar. Matriculei-me, então, num curso pre-vestibular noturno no bairro de Santo Amaro, em São Paulo. Foram mais ou menos dois meses e meio de grande esforço e dedicação. Passei a levar livros para o trabalho a fim de estudar durante o intervalo de almoço. Me lembro muito bem de conseguir resolver, numa caixa de papelão, uma questão sobre calorimetria que havia no livro de exercícios. Isso me deixou bastante motivado, recorde.

O vestibular era feito em apenas uma etapa, mas com três dias de prova. No primeiro dia de prova, aquela manhã estava ensolarada e bonita, e eu me encontrava bastante motivado. Confiante, não sei. Como de costume, é durante a realização das provas que as dificuldades aparecem. No fim daquele dia, além de julgar que não havia me saído bem na solução das questões, houve uma forte chuva naquela tarde e o trânsito de São Paulo ficou, como sempre, caótico. Voltei pra casa desanimado, cansado da viagem e molhado pela chuva. Prometi a mim mesmo durante aquela viagem para casa que não voltaria no dia seguinte para passar por tudo aquilo e, no fim, fracassar. Dormi aquela noite certo da desistência. No dia seguinte, o sol estava novamente lindo. Imaginei que naquele dia não choveria e que valeria o esforço de enfrentar o segundo dia de prova. Para a minha tristeza, o *script* do dia anterior foi o mesmo. Fui mal novamente na prova e a chuva caiu forte outra vez. Mais uma vez, decidi desistir de vez e não iria participar do terceiro dia de prova. Mas o sol insistiu em brilhar pela terceira manhã consecutiva com sua beleza e me convenceu em ir novamente. Pensei, já sofri por dois dias, o que seria mais um dia de agruras naquela cidade caótica? Fui fazer a prova naquele último dia. Já não me lembro se choveu naquela última tarde de prova. Graças a Deus que me concedeu aquelas três lindas manhãs ensolaradas e consecutivas. Soube no final de Janeiro do ano de 1997 que eu havia passado no vestibular. Abriram-se as portas para meu curso de graduação. Ingressei no curso de Licenciatura em Física na UFRRJ no dia 17 de março de 1997. Eu tinha, então, vinte e três anos de idade, já havia atrasado cinco anos de vida acadêmica pelas razões já narradas. A aula magna, me lembro, foi ministrada pelo Físico Marcelo Gleiser, que falou sobre o tema do seu então recém lançado livro, *A dança do Universo* [1].

Foi o início de grandes mudanças na minha vida. Até imediatamente antes de me ingressar na Graduação em Licenciatura em Física, meus dias eram sempre ocupados pelo trabalho. Desde a minha infância, mesmo quando estudava durante o dia, parte dele era dedicado ao trabalho. Nesse momento, como o curso era de período integral, era muito

difícil, pelo menos no início, conciliar os estudos com algum trabalho. Entretanto, foi com a esperança em poder exercer a função de vendedor de granitos nas horas vagas, oferecida por um primo, o que me deu certo sentimento de conforto. Devo confessar que isso nunca passou de uma esperança. Embora eu tenha conseguido fazer umas poucas vendas, elas nunca foram suficientes para a minha manutenção financeira. A minha permanência no Rio de Janeiro foi possível porque um primo ofereceu-me sua casa (situada no bairro de Campo Grande) para que eu morasse, viabilizando assim meus estudos na Rural. Foi lá que morei naquele ano de 1997. Nesse ano de 1997, também houve um fato marcante que veio a mudar minha vida para melhor. Comecei a namorar a jovem Adriana Dias Lima, com quem me casei em 2003.

Aquele ano de 1997, era o penúltimo ano do primeiro mandato do Presidente Fernando Henrique Cardoso. Vivíamos um tempo de grande asfixia financeira nas Universidades Federais. Em 1998 houve greve dos professores das instituições de ensino superior (IFES) com duração de 103 dias (de 2/4 a 13/7 de 1998)¹. Nesse período de greve, vendo que as vendas de granito não me dera grandes retornos, o pai da minha namorada me ofereceu trabalho como eletricitista instalador nas obras de reformas de casas, das quais ele era responsável pelas instalações elétrica e hidráulica. Como morava na casa do meu primo, pela sua localização, eu precisava de pegar um ônibus para chegar à casa do meu sogro para então ir para o novo trabalho. O meu sogro então ofereceu sua casa para que lá eu ficasse, afim de economizar os recursos das passagens. Foi uma tremenda ajuda, e de lá não saí até o dia do meu casamento em 2003.

Durante o curso de graduação, muitas coisas marcantes ocorreram. Uma delas, que gostaria de destacar, foi o convite que recebi para ensinar Física em um cursinho pré-vestibular comunitário que havia no bairro de Campo Grande. Do ponto de vista pedagógico, fui uma experiência ímpar. Foi naquele lugar que comecei a ministrar minhas primeiras aulas de Física. Era totalmente voluntário, e isso me dava ainda mais prazer em fazer parte daquele projeto. Apesar de serem todos os alunos pessoas de baixa renda, muitas das quais trabalhavam durante o dia, o índice de aprovação nos vestibulares das Universidades públicas era alto, comparáveis ao índices dos cursinhos privados. Depois daquela experiência didática, ministrei aulas em diversos cursinhos pré-vestibulares e algumas escolas de ensino médio. Essas outras experiências eram remuneradas e me ajudaram financeiramente a me manter no curso de Graduação.

¹ Fonte: <<https://andesufrgs.wordpress.com/2012/06/24/historico-das-greves-das-instituicoes-federais-de-ensino/>>.

2.5 A transição entre a graduação e o Mestrado

A ideia inicial de cursar Licenciatura em Física era poder voltar para São Paulo e atuar como Professor do então Segundo Grau. Durante o período de graduação conheci professores que exerceram extraordinárias influências na minha carreira acadêmica. Sem diminuir a importância dos demais, resalto aqui o relevante papel do Professor Edson de Pinho da Silva, que me orientou em dois projetos distintos de Iniciação Científica. Foi com ele, no meu terceiro período de graduação e primeiro projeto de Iniciação Científica que percebi que era urgente estudar Inglês. Isso ficou claro quando me deu um artigo para ler escrito em Inglês. O choque com o idioma foi tão grande que me fez ingressar imediatamente numa escola privada de língua Inglesa. Foi através daquele curso que o horizonte das novas oportunidades foi se apresentando diante de mim. Antes de terminar o último período da graduação, o Prof. Edson de Pinho e outros professores, incluindo o Prof. Cláudio Maia Porto, me incentivaram a fazer o exame de seleção para cursar o Mestrado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No meio do ano de 2000, me inscrevi no processo seletivo do CBPF, mas não obtive sucesso. Fiquei extremamente frustrado com aquele fracasso. O Prof. Edson de Pinho então me sugeriu fazer uma visita à PUC-Rio para conversar sobre a possibilidade de me matricular no Mestrado no seu programa de Pós-Graduação. Fui recomendado procurar o Prof. Carlos Maurício Chaves, que era o coordenador da Pós-Graduação de Física da PUC-Rio à época. O semestre letivo da PUC-Rio já havia começado e eu ainda cursava algumas últimas disciplinas da Graduação na Rural. O Prof. Carlos Maurício sugeriu que eu cursasse extra-oficialmente a disciplina de Mecânica Quântica I, que me seria obrigatória, caso eu ingressasse efetivamente no Programa. Concomitantemente com as disciplinas da Rural, cursei Mecânica Quântica I na PUC. Nas segundas e quartas-feiras eu viajava de Campo Grande para a Gávea, cursava a disciplina na PUC de dez horas da manhã ao meio dia e imediatamente viajava para a Rural, na cidade de Seropédica, o que demorava cerca de três horas. Ao final do semestre, fui aprovado com bom rendimento. Fui, então, admitido para cursar o Mestrado na PUC-Rio com início em março de 2001. Nesse momento eu já havia concluído o curso de Licenciatura em Física da Rural.

Iniciei meu curso de Mestrado na PUC-Rio sob a orientação do Prof. Welles Martinez Morgado com bolsa CAPES. O projeto era na área de mecânica estatística e versava sobre a dinâmica de sistemas granulares. O prof. Welles não apenas me ensinou Física, foi um grande incentivador e também ofereceu-me muitas oportunidades. Acreditou no meu potencial e me incentivou me fazendo até sonhar com uma possível carreira acadêmica no exterior. Fez-me acreditar que eu poderia ir um pouco mais adiante. O meu projeto de pesquisa de mestrado resultou na Dissertação intitulada “Um modelo de células dinâmicas aplicado as sistemas granulares” [2], que foi defendida no dia 17 de março de 2003. Embora eu e o Professor Welles publicamos um artigo naquele período, o trabalho

principal de mestrado nunca se tornou um artigo. Em grande medida isso se deveu ao fato da mudança de tema para o Doutorado.

2.6 O Doutorado

No ano anterior, 2002, eu havia cursado a disciplina de Mecânica Quântica II com o Prof. Enrique Victoriano Anda. Fiquei maravilhado com os temas abordados na disciplina e havia me saído relativamente bem, apensar das extensas provas aplicadas pelo professor. Isso me fez pensar em mudar de área de pesquisa para o doutorado. Em setembro de 2000, o Prof. Sergio Eduardo Ulloa, da Universidade de Ohio foi visitar o Prof. Enrique Anda na PUC-Rio. Naquele momento, estava na PUC um amigo, o Dr. Carlos Büsser, com quem eu costumava almoçar no restaurante universitário, quando eu não levava meu próprio almoço de casa. O Carlos, sabendo do meu interesse em ir para o exterior, falou sobre a visita do Prof. Sergio e disse que era uma boa oportunidade para eu conhecê-lo e começar a delinear uma possível ida para os Estados Unidos da América. Como eu havia tido um bom rendimento na disciplina do Prof. Enrique, senti-me seguro em falar com ele sobre a possibilidade de trabalhar sob a sua orientação no Doutorado. Ao mesmo tempo, falei sobre a possibilidade de passar parte do doutorado no exterior e que gostaria de conhecer o Prof. Sergio. O Prof. Enrique articulou meu encontro com o Prof. Sergio na sua sala. Apesar das minhas limitações com o Inglês, pudemos conversar sobre os planos para o Doutorado, incluindo a possível visita à Universidade de Ohio naqueles anos seguintes.

O Professor Enrique me propôs um projeto de pesquisa sobre o transporte eletrônico em impurezas quânticas interagentes na presença da interação elétron-fônon. No início dos anos de 2000 havia um enorme interesse nos problemas de impurezas quânticas, em grande medida motivado pelos experimentos de STM realizados no final da década de 1990. O STM é a sigla em inglês usada para referir-se ao microscópio de varredura por tunelamento eletrônico, que foi inventado em 1981 pelos cientistas Gerd Binnig and Heinrich Rohrer [3] da IBM, o que rendeu-lhes o Prêmio Nobel em Física em 1986. Inicialmente, o Prof. Enrique propôs um modelo do tipo de Anderson estendido, capaz de descrever dois níveis interagentes com termos adicionais que dava conta dos fônons e suas interações com os elétrons do sistema. A ideia inicial era abordar o problema utilizando as funções de Green, metodologia que aplica conceitos de teoria quântica de campos em matéria condensada. A vantagem nessa abordagem é que ela permite obter diversas quantidades físicas importantes do sistema quântico em questão, sem resolver completamente o modelo pela diagonalização do Hamiltoniano. De fato em sistemas interagentes com infinitos graus de liberdade, a solução via diagonalização do Hamiltoniano é, em geral, impossível. Como estávamos interessados no transporte eletrônico através das impurezas, pelo menos no regime de resposta linear, essa abordagem parecia apropriada. Em 1981, o Prof. Anda

havia introduzido uns operadores de muitas partículas para tratar um modelo de Hubbard de duas bandas [4] e me sugeriu aplicá-los nos cálculos das funções de Green da impureza do nosso problema.

Naquele ano de 2003 cursei as disciplinas obrigatórias do doutorado e me preparei para aplicar para a Bolsa de Doutorado da CAPES com experiência no exterior, também conhecida como bolsa sanduíche. A intenção era passar um ano na Universidade de Ohio com o Professor Sergio. Nessa ocasião eu já havia estudado Inglês no Departamento de Letras da PUC, numa disciplina ministrada três vezes por semana, sempre no horário de almoço. Essa disciplina me deu condições de fazer o exame do TOEFL e ultrapassar a pontuação mínima exigida pela CAPES para obtenção da Bolsa Sanduíche. Uma das exigências da CAPES para o Doutorado Sanduíche era ter sido aprovado no exame de qualificação. Por isso decidi fazer minha qualificação no segundo semestre de doutorado. Nesse exame me ofereceram a possibilidade de abordar os temas de alguns artigos teóricos e experimentais, dos quais um deles tratava do problema do Efeito Kondo em impurezas magnéticas sobre superfícies metálicas. Foi precisamente esse que escolhi, já que tratava um assunto de meu interesse, o efeito Kondo, sobre o qual eu viria trabalhar mais tarde. Mais precisamente, o artigo escolhido tratava de miragens e curais quânticos. O fenômeno de miragens quânticas surge do confinamento de elétrons em estruturas fechadas construídas por átomos magnéticos com geometrias elípticas. Nessas estruturas, ao posicionar um átomo magnético em um dos focos da elipse, uma miragem do átomo real, resultante de efeito de interferências das ondas estacionárias no curral quântico [5], podia ser observada no outro foco. Qualifiquei logo em seguida e fiquei apto para me inscrever para a bolsa Sanduíche da CAPES. Solicitei a bolsa CAPES no ano de 2003 e foi concedida no primeiro semestre de 2004. Em setembro do ano de 2003, casei-me com a minha então noiva Adriana, que passara então a se chamar Adriana Lima Vernek. No primeiro semestre de 2004 a Adriana concluiu sua graduação em Licenciatura e Bacharelado em Matemática, o que a deixou livre para a nossa viagem para os Estados Unidos da América.

Enquanto isso, eu havia avançado nos cálculos das funções de Green via equações de movimento. Contudo a hierarquia de equações acopladas oriundas dessa técnica tomaram uma complexidade impressionante, de modo que, depois de pouco tempo e grande esforço, já estava sobre mais de cinquenta páginas de equações acopladas. A cada ordem que íamos nas equações de movimento, novas funções de Green surgiam e não se vislumbrava uma maneira sistemática de truncar o processo. Em setembro de 2004 viajei aos Estados Unidos com todas aquelas funções de Green na bagagem. Antes de viajar para o doutorado sanduíche, o Prof. Sergio Ulloa havia me convidado para passar um período de algumas semanas na Universidade de Ohio. Em maio de 2004 passei então cerca de um mês na Cidade de Athens em Ohio, onde pude conhecer a cidade e me preparar para a ida pelo período de doze meses de vigência da bolsa Sanduíche.

Ao chegar nos Estados Unidos com todas aquelas contas, confesso que não sabia bem o que fazer com elas. Discutia o futuro daquele trabalho com o Prof. Sergio e com a Professora Nancy Sandler, que fazia parte do grupo. Decidi então abandonar aqueles cálculos e recomeçar com uma abordagem mais simples e menos generalista. Aquela decisão foi libertadora. Percebemos que poderíamos fazer uma aproximação do tipo Hartree-Fock nas equações de movimento. Essa estratégia funcionou. Com essa aproximação publicamos o primeiro trabalho [6] no assunto, no tradicional periódico *Physical Review B* em 2005. Ainda como resultado daquela abordagem, publicamos no mesmo sistema um segundo trabalho com uma aproximação melhor. Esse viria a ser finalizado após e minha volta para o Brasil em setembro de 2005.

Ao chegar no Brasil retomei minhas atividades na PUC-Rio. Naquele mesmo ano comecei a ministrar aula com professor substituto na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, uma atividade permitida pela CAPES, e que me ajudaria no orçamento. Antes de completar um semestre como professor substituto, fui agraciado com uma bolsa especial oferecida pela FAPERJ, a chamada Bolsa de Doutorado FAPERJ Nota 10. Imediatamente, pedi rescisão do contrato com a Rural para me dedicar apenas à pesquisa. Terminei o doutorado em março de 2007, defendendo a tese intitulada “Propriedades de transporte de sistemas nanoscópicos: átomos e moléculas” [7].

2.7 O Pós-Doutorado em 2007-2008

Ao terminar o Doutorado em março de 2007, havia a possibilidade de um Pós-Doutorado nos Estados Unidos com o próprio Prof. Sergio Ulloa. Em maio daquele ano o Prof. Sergio me convidou para passar três meses no seu grupo de pesquisa. Durante esse período o Prof. Sergio me convidou para uma posição de Pós-Doutorado, com duração de dois anos, a iniciar em setembro daquele ano. Aceitei imediatamente. Em agosto de 2007, voltei ao Brasil para buscar minha esposa para irmos para a Universidade de Ohio para o Pós-Doutorado. O Projeto de pesquisa que nos propomos a desenvolver era sobre Efeito Kondo em pontos quânticos. A ideia era desenvolver um código de grupo de renormalização numérica, no qual vamos nos ater mais detalhadamente no próximo capítulo. Na realidade, o projeto já havia se iniciado em junho daquele ano durante a visita de três meses que lá fiquei. Naquele segundo semestre de 2007 me dediquei inteiramente em construir meu próprio código em linguagem Fortran 90. Na véspera de Natal daquele ano eu consegui obter meus primeiros resultados para a densidade de estados de uma impureza simples no regime Kondo, que exibia claramente o famoso pico Kondo no nível de Fermi. A motivação inicial era estudar o problema de um ponto quântico acoplado a um material metálico que exibia uma densidade de estados com um pico de partícula única no de Fermi. Na presença de um campo magnético externo, esse problema corresponderia uma extensão de um trabalho que havia sido publicado pelo Grupo do Prof. Sergio

naquele ano. Ocorre que por razões diversas muitos outros trabalhos foram finalizados usando aquele código que eu havia desenvolvido, mas o trabalho inicial só veio a ser publicado em 2014.

Atividades docentes na UFU

Neste capítulo passo a descrever a história das minhas atividades como docente na Universidade Federal de Uberlândia. A partir de agora não mais seguirei, necessariamente, a ordem cronológica dos fatos a fim permitir separar as atividades de Ensino, Pesquisa, Extensão e de Gestão das quais me dediquei durante meu trabalho na UFU até aqui. Antes, porém, descreverei o processo de admissão na carreira docente da UFU.

3.1 O ingresso na Universidade Federal de Uberlândia

No final de Julho de 2008 houve uma conferência denominada *29th. International Conference on the Physics of Semiconductors – ICPS-29*, que ocorreu no Rio Centro, na cidade do Rio de Janeiro, da qual eu participaria. Nos meses anteriores ao evento, o Instituto de Física (INFIS) da Universidade Federal de Uberlândia lançou um Edital para contratação de professores. Havia um ex-estudante da UFU que fazia seu doutorado na Universidade de Ohio. Ele me chamou a atenção sobre o concurso no INFIS. Embora estivesse ainda no meu primeiro ano de Pós-Doutorado, conversei com o Prof. Sergio Ulloa e concordamos que seria melhor eu aplicar para o concurso, já que se fosse aprovado, seria, do ponto de vista da carreira profissional, mais interessante. Fiz a minha inscrição no concurso e participei do processo em junho de 2008, tendo sido aprovado. Entre a aprovação e a convocação para a posse demoraria ainda cerca de três meses. Participei da referida conferência em Julho e voltei para a Universidade de Ohio, onde fiquei até setembro daquele ano, quando fui convocado para a posse. No dia 25 de setembro fui empossado como professor Adjunto I da Universidade Federal de Uberlândia pelo então Magnífico Reitor Prof. Arquimedes Diógenes Ciloni. Naquele mesmo dia iniciei as atividades no INFIS.

3.2 Atividades de Pesquisa

A pesquisa sempre foi uma das minhas principais atividades na UFU. Eu diria que tudo começou com meu projeto de pesquisa que apresentei no concurso, com o título “Propriedades de transporte em estruturas nanoscópica: pontos quânticos”. Tratava da investigação das propriedades de transporte em sistemas de pontos quânticos interagentes acoplados a contatos metálicos. Sobre esses sistemas e diversos outros tópicos vamos discorrer mais adiante.

3.2.1 O credenciamento no Programa de Pós-Graduação

O meu credenciamento na Pós-Graduação em Física da UFU (PPGFIS) se deu de maneira bastante precoce. De fato, isto aconteceu já no processo de credenciamento do ano de 2008 para em 2009, como Docente Colaborador. Ocorre que logo ao chegar na UFU comecei a colaborar com o saudoso Prof. Qu Fanyao (falecido em 2023). Em 2009, o Prof. Fanyao se transferiu para a UnB, logo após sua aluna de Mestrado Gisele Iorio defender sua Dissertação de Mestrado. A estudante ingressou no Curso de Doutorado no PPGFIS no primeiro semestre do ano de 2009, quando comecei a orientá-la na sua pesquisa de Doutorado, cujo problema era sobre os efeitos da interação-fônon na física Kondo em uma molécula artificial.

Os diversos problemas de pesquisa aos quais me dediquei nesse período de UFU, quase sempre tiveram um contexto, um pano de fundo. A seguir, descrevo com certo detalhe como alguns desses problemas surgiram. A maioria dos temas investigados resultou em publicações científicas. Entretanto, alguns deles, por razões diversas, ficaram sobre a mesa e não resultaram em um trabalho publicado.

3.2.2 O efeito Kondo e o grupo de renormalização numérica

Como já relatei na seção 2.6, o meu interesse no problema Kondo surgiu ainda no início do meu doutorado, quando meu orientador estudava esse fenômeno em pontos quânticos¹ (PQs). O efeito Kondo consiste no aumento da resistividade elétrica de certos materiais à medida em que a temperatura decresce abaixo de um certo valor característico² [8]. Esse fenômeno resulta da blindagem dinâmica de momentos magnéticos localizados dentro desses materiais metálicos. Originalmente, o efeito Kondo foi observado no final da década de 1930, quando algumas ligas metálicas, tal como o ouro dopado com íons magnéticos. Contudo, só foi compreendido na década de 1960 pelo físico Jun Kondo [9].

¹ Pontos quânticos são estruturas de tamanhos pequenos, construídas ou formadas naturalmente, capazes de confinar partículas (elétrons, por exemplo) nas três direções espaciais. Sendo assim são chamadas de estruturas de dimensão zero.

² Esse valor característico depende do material em questão.

Embora o efeito Kondo em toda a sua glória seja um problema extremamente complicado, a origem do mecanismo da blindagem magnética pode ser compreendida de maneira relativamente simples. Os elétrons são partículas dotadas de um minúsculo momento magnético intrínseco chamado spin, cuja origem só pode ser compreendida à luz da Mecânica Quântica. Dentro de um material metálico, alguns elétrons se desvinculam dos seus átomos de origem e ficam praticamente livres para se movimentar pelo material como um todo. Esses elétrons são chamados de elétrons de condução, e se comportam como minúsculas bússolas itinerantes, capazes de reagir à presença de campos magnéticos, mesmo que sejam muito fracos. Quando momentos magnéticos são introduzidos no material, esses íons produzem um campo magnético ao seu redor capazes de atrair os elétrons itinerantes. Assim como dois ímãs “gostam” de ficar com seus polos invertidos um em relação ao outro, os spins dos elétrons de condução tendem a se alinhar opostamente ao momento magnético do íon. Coletivamente, os elétrons de condução cooperam entre si na tentativa de blindar completamente o momento magnético do íon localizado, de maneira que um elétron que esteja muito afastado do íon não perceba mais seus efeitos magnéticos. Entretanto, esses elétrons distantes são espalhados pela nuvem de elétrons que blindam o íon, dificultando o seu deslocamento pelo material. Daí o aumento da resistividade. Esse processo diminui a energia do sistema. Por ser esse decréscimo de energia muito pequeno, só pode ser observado a baixas temperaturas, quando o decréscimo de energia compensa a energia térmica dos elétrons de condução. Logo, podemos compreender também porque o aumento da densidade de impureza no metal fortalece o fenômeno. Pelo fato de o fenômeno envolver a coletividade de elétrons interagindo com a impureza magnética, esse fenômeno é genericamente conhecido como fenômeno emergente de muitos corpos [8].

O leitor leigo pode se perguntar como esse fenômeno pode ocorrer em pontos quânticos. Voltando ao caso dos pontos quânticos, o fato deles confinarem elétrons em regiões pequenas, por estarem espacialmente próximos entre si, esses elétrons repelem-se devido a força de Coulomb. Assim, imaginemos que em uma dada situação exista um número N ímpar de elétrons confinados no PQ. Necessariamente, essa coleção de elétrons produz um spin (ou momento magnético) resultante não nulo. Para adicionar um elétron ao PQ será necessário uma energia finita para vencer a repulsão coulombiana. Dessa sorte que, há um degrau energético entre um estado com N elétrons e um outro estado com $N + 1$ elétrons. Esse degrau energético faz com que o PQ com um momento magnético finito seja estável. Quando esse PQ está em contato com elétrons de condução ele se comporta analogamente aos íons magnéticos nos materiais metálicos onde o fenômeno Kondo foi originalmente observado. Entretanto, os efeitos sobre o transporte eletrônico no caso dos PQs podem ser completamente distintos do caso original. O interesse pelo efeito Kondo em PQs na comunidade científica começou no final da década de 1990 e se estendeu por mais de uma década. De fato até os dias atuais encontramos publicações interessantes abordando o fenômeno nesses sistema.

Do ponto de vista teórico, o fenômeno Kondo se tornou o arquétipo dos chamados problemas de muitos corpos fortemente interagentes. O tratamento teórico desse tipo de problema demandou enormes esforços a partir da década de 1960. A dificuldade que o problema traz está, essencialmente, na ausência de uma escala bem definida de energia abaixo da qual os processos físicos pudessem ser desprezados. Este é um problema extremamente complicado, já que o espectro contínuo de energia cinética dos elétrons itinerantes livres sempre provê processos a energias cada vez menores que não podem ser desprezados. Nessas condições, os métodos perturbativos usuais da mecânica quântica não podem ser aplicados. Apesar disso, muitos resultados analíticos e numéricos aproximados foram úteis para elucidar diversos aspectos do efeito Kondo. Foi apenas na década de 1970 que o físico estadunidense Kenneth Wilson propôs um método de renormalização capaz de acomodar sistematicamente as contribuições dos processos relevantes de baixa energia e que contribuem para o fenômeno Kondo. O método de Wilson ficou conhecido como grupo de renormalização numérica, também conhecido pela sigla NRG, oriunda do inglês *Numerical Renormalization Group* [8].

Apesar de ter me interessado no problema Kondo desde o início do meu doutorado, foi apenas em 2007, após a defesa da minha tese, que comecei a estudar o problema usando o método NRG. Como já narrado na Seção 2.7, isso ocorreu durante o Pós-Doutorado iniciado em 2007 com o Profs. Sergio Ulloa e Nancy Sandler na Universidade de Ohio. A motivação de fundo era estudar o efeito Kondo em um sistema de dois pontos quânticos acoplados na presença de campo magnético externo. Esse trabalho seria uma extensão natural do trabalho de um Pós-doutorando do grupo havia publicado em 2007 na revista *Physical Review Letters*. Nesse trabalho os autores haviam previsto um desdobramento do chamado pico Kondo mesmo na ausência de campo magnético. A ideia seria então verificar como esse desdobramento se comportaria na presença do campo magnético externo. Ocorre que por razões diversas, esse trabalho inicial só veio a ser publicado seis anos mais tarde. Esse corresponde ao item 30 da lista de publicações mostrada abaixo no apêndice A. Na realidade, a primeira publicação com o código de NRG que construí durante aquele período de pós-doutorado aconteceu em 2009 na revista *Physical Review B* com o título *Kondo screening suppression by spin-orbit interaction in quantum dots* (veja apêndice A)

Esse trabalho é relativamente especial para mim. Além de ser o primeiro trabalho com o código por mim construído, os resultados que publicamos ali me chamaram bastante a atenção. A ideia inicial daquele trabalho era investigar os efeitos de interferência quântica no transporte eletrônico através de um PQ acoplado a contatos metálicos em uma estrutura de anel atravessado por um fluxo magnético, este produzido por um campo magnético externo. Esse efeito é conhecido na física como *efeito Aharonov-Bohm*. Embora esse problema já havia sido investigado à época, inclusive no regime interagente, no qual

estávamos interessados, a novidade que apresentávamos era a inclusão de uma interação spin-órbita no anel onde o PQ estava inserido. O resultado numérico que nos surpreendeu foi que a combinação do fluxo magnético e a interação spin-órbita, em certas condições, produzia uma supressão do efeito Kondo no sistema, muito similar ao que ocorre quando um campo magnético polariza o PQ por um efeito Zeeman. Era intrigante porque no nosso caso não esperávamos um efeito Zeeman no sistema. No nosso caso, a supressão era resultante da combinação da quebra da simetria de reversão temporal produzida pelo fluxo magnético e a presença do acoplamento spin-órbita. De fato, descobrimos na ocasião que tal fenômeno havia sido observado pelo grupo do físico experimentalista Klauss Enslin, da Suíça, dois anos antes. Esse trabalho foi finalizado e submetido para publicação durante uma visita que fiz ao Kavli Institute for Theoretical Physics na Universidade da Califórnia em Santa Bárbara em 2009.

Depois desse primeiro trabalho publicado em 2009, diversos outros artigos foram publicados abordando o efeito Kondo em impurezas quânticas com uma abordagem via NRG. De fato, durante grande parte da minha carreira docente na UFU me dediquei a esse problema em diversos outros sistemas específicos.

3.2.3 A interação elétron-fônon e o efeito Kondo em estruturas moleculares

O problema da interação elétron-fônon em sistemas moleculares foi tema central na minha tese de doutorado. Naquela ocasião, investigamos o efeito da interação elétron-fônon nas propriedades de transporte eletrônico de um sistema constituído de moléculas artificiais de dois níveis eletrônicos. Nesse tipo de sistema, a interação elétron-fônon permite que elétrons transitem do nível de energia mais baixo para o de energia mais alta mediante a absorção de um fônon do sistema. O processo inverso, onde os elétrons transitem do nível de maior para o de menor energia mediante a emissão de um fônon também é permitida. Esses processos podem fornecer canais adicionais para o transporte eletrônico através da molécula, especialmente na condição de ressonância, em que a diferença de energia dos níveis da molécula coincide com a energia do fônon absorvido ou emitido. Nosso objetivo na tese era verificar como esse fenômeno se apresenta na presença da interação coulombiana. Na Tese de Doutorado nos concentramos no regime de temperaturas acima da temperatura Kondo, já que à época não dispúnhamos das ferramentas numéricas mais adequadas para estudar o sistema no regime Kondo.

Quando comecei a orientar a então estudante Gisele Iorio, propus a ela estudar o problema que eu havia estudado no doutorado, mas agora no regime Kondo. Pedi a ela para estudar o método do grupo de renormalização numérica ao mesmo tempo que estudava o código que havia feito em linguagem Fortran 90. Era minha primeira

experiência como orientador e, certamente, cometi muitos erros. Um deles, reconheço, foi a pressa em obter os primeiros resultados. Foi, entretanto, apenas depois de cerca de dois anos que começamos a obter os primeiros resultados. Naquela ocasião eu havia visitado o professor Kevin Ingersent da universidade da Flórida na cidade Gainesville, nos Estados Unidos, a quem convidei para participar do trabalho, aproveitando da sua expertise com o método numérico aplicado. Como aquele era um projeto oriundo do meu trabalho de doutorado o trabalho avançou com a colaboração dos Profs. Enrique Anda, Sergio Ulloa, além da colaboração com o Prof. Kevin Ingersent e seu estudante de doutorado Lili Deng. Foi apenas em 2013 que os resultados foram publicados na revista *Physical Review B* (veja apêndice A). Esse foi o trabalho central da tese de doutorado da então estudante Gisele Iorio, defendida naquele ano.

3.2.4 Efeito Kondo em múltiplos pontos quânticos

De posse de um código computacional relativamente flexível que permitia a sua adaptação a vários sistemas de impurezas quânticas, era hora de aplicá-lo a diversos sistemas de interesse. Um desses casos era o problema de dois PQs interagentes acoplados capacitivamente entre si. Nesse caso, o nosso interesse era estudar como a interação coulombiana entre os PQs podia modificar o fenômeno Kondo emergente no sistema. Em particular, no nosso caso, apenas um dos PQs é acoplado a contatos metálicos. Naquela época, nesse sistema era previsto um fenômeno conhecido como efeito Kondo de dois estágios, onde os spins dos cada PQ era blindado a temperaturas distintas. Inicialmente, meu interesse era investigar se o efeito capacitivo entre os PQs afetava o fenômeno Kondo de dois estágios. Esse trabalho foi tema de pesquisa da minha primeira estudante de mestrado Irisnei Luzia Ferreira. Foi desenvolvido com a colaboração de três amigos: os professores Fabrício Macedo de Souza (UFU), George Balster Martins (Oakland University, na ocasião) e Pedro Dinamarca Orellana (Universidad Catolica del Norte).

Durante o desenvolvimento desse trabalho deparamos com um fenômeno bastante curioso que ocorria na ocupação eletrônica dos PQs quando controlávamos a posição energética dos seus níveis em relação ao nível de Fermi dos contatos metálicos. Nossos resultados numéricos mostravam que à medida em que os níveis de energia dos PQs iam sendo preenchidos, o sistema apresentava uma súbita inversão de população, onde as cagas de um QD passava abruptamente para o outro. Esse fenômeno me intrigou por semanas, até que foi desvendado durante uma visita ao Prof. Orellana, na Universidade Católica del Norte. Me lembro perfeitamente que num final de tarde, após discutir o problema com o Prof. Orellana, descia da universidade para o hotel e tive a clareza do fenômeno. O que acontecia era que a ocupação média do PQ que não está diretamente acoplado aos contatos metálicos só pode variar de um a um elétron, enquanto que o outro pode variar continuamente. Isso faz com que para certos valores de energia dos níveis, é

energeticamente favorável que apenas um deles esteja ocupado. Com a carga em apenas em um dos PQ, em virtude da repulsão coulombiana entre eles, os PQs permanecem com o desbalanço de carga, até o potencial de porta seja suficiente para vencer energia de repulsão coulombiana. Investigamos esse problema tanto a temperatura zero quanto a temperatura finita. Os resultados foram publicados em um artigo na revista *Physical Review B* cuja referência completa está listada no apêndice [A](#).

3.2.5 Férmions de Majorana em nanofios supercondutores topológicos (Pós-doutorado na USP)

Em 2013, eu fui fazer um pós-doutorado no Instituto de Física de São Carlos, na USP com o Prof. Carlos Egues. O tema do projeto que submetemos para a FAPESP tinha o título “Majorana Fermions in topological quantum wires”. Os férmions de Majorana originalmente foram previstos na década de 1930 no contexto da física de partículas elementares pelo físico Ettore Majorana. Tais partículas têm a estranha peculiaridade de corresponderem, elas próprias, às suas anti-partículas. Embora as previsões de Majorana fossem plausíveis do ponto de vista da solução da equação de Dirac, tais partículas nunca foram encontradas na natureza. No início do presente século, graças aos avanços das aplicações dos conceitos matemáticos de topologia na Física, cientistas começaram a pensar na possibilidade de haver estados quânticos em matéria condensada que pudessem se assemelhar às propriedades das partículas fermiônicas de Majorana. Longe de ser uma partícula elementar, no contexto de matéria condensada, esses estados de Majorana são combinações apropriadas de elétrons e buracos, encontrados em supercondutores topológicos sob certas condições. Em 2012, foram divulgados os primeiros resultados experimentais de uma possível observação de férmions de Majorana em fios quânticos topológicos. Esse trabalho foi apresentado com grande audiência na tradicional conferência de Física da matéria condensada chamada March Meeting, da American Physical Society (APS), que ocorreu na cidade de Baltimore nos Estados Unidos. Desde então esse tema tem sido alvo de grande debate na comunidade científica até os dias atuais.

Do ponto de vista puramente teórico, a motivação de estudar férmions de Majorana em matéria condensada está na possibilidade de poder investigar suas propriedades de maneira controlada, o que não é (ainda) possível em física de partículas. Já do ponto de vista prático, graças às suas propriedades exóticas, os estados de Majorana são possíveis candidatos a elementos fundamentais em computação quântica.

Foi nesse contexto que comecei a estudar férmions e Majorana num sistema constituído de um ponto quântico acoplado a um fio supercondutor topológico. Trabalhar com o Prof. Egues foi uma experiência muito interessante. Seu rigor na compreensão dos fenômenos físicos e na exposição dos mesmos me proporcionou uma oportunidade ímpar

de crescer como pesquisador. Depois de vários meses de pesquisa e produção de resultados numéricos, levei ao Prof. Egues uma versão preliminar de um artigo científico com diversos resultados. Após lê-lo o Prof. Egues me disse que os resultados pareciam corretos, mas o artigo não tinha “alma”. Voltei então para a minha sala e comecei a revisitar os meus cálculos e analisar o problema sobre outro ponto de vista. Foi então que percebi um fenômeno interessante em que os estados de Majorana que apareciam nas extremidades do fio quântico passavam para o PQ que estava imediatamente acoplado ao fio. Nós chamamos esse fenômeno de “vazamento” de estados de Majorana. Como resultado desse trabalho, publicamos em 2014 um belo artigo na revista *Physical Review B* (item 26 da lista de publicações). Esse trabalho teve a colaboração também do Prof. Antônio Seridônio e da então estudante de doutorado do Prof. Egues, Poliana Penteado. Até onde sei, esse foi o primeiro artigo em férmions de Majorana publicado por pesquisadores do Brasil.

Ao todo, passei dois anos como pós-doutorando do Prof. Egues na USP de São Carlos como bolsista da FAPESP. Publicamos dois trabalhos no tema de pesquisa e participei de diversas conferências nacionais e internacionais, graças aos recursos disponibilizados pela FAPESP. Esse período foi extremamente importante na minha carreira. Não só me permitiu expandir meus horizontes de pesquisa, mas também me proporcionou um momento de aprendizado como pessoa e pesquisador. Após voltar do pós-doutorado na USP, publiquei vários outros trabalhos no tema de férmions de Majorana, quase todos associados a trabalho de pesquisa de mestrado e doutorado de meus alunos.

3.2.6 Propriedades magnéticas de cadeias de spin (Professor Visitante na universidade de Ohio-2019)

No ano de 2019, eu e o Prof. Sergio Ulloa da Universidade de Ohio iniciamos um processo para meu afastamento da UFU para passar um período sabático naquela universidade. O projeto já tínhamos em mente, mas a dificuldade era achar os recursos financeiros. Foi então que o professor Sergio sugeriu aplicarmos para uma bolsa de Professor Visitante oferecido pela universidade de Ohio, dentro de um programa para atrair professores visitantes chamado *Glidden Visiting Professorship*. De acordo com as regras do processo, espera-se candidatos com distinção em suas áreas e que tenham vasto reconhecimento nos seus campos de conhecimento. Quando li isso, achei que eu não me enquadraria de modo algum. Entretanto, o Prof. Sergio insistiu que deveríamos aplicar. Na aplicação não exigia um projeto específico, apenas uma justificativa bem fundamentada. Um dos trabalhos que utilizamos para fundamentar as minhas maiores contribuições dos últimos anos foi exatamente o trabalho sobre férmions de Majorana, sobre o qual narramos acima. Para minha surpresa e felicidade, a aplicação foi aceita e iniciamos o processo de afastamento na UFU. A bolsa de Professor Visitante vigia pelo ano acadêmico 2019/2020 (de agosto

de 2019 a maio de 2020) da Ohio University, com duração de 9 meses.

Chegando aos Estados Unidos em agosto de 2019, comecei a trabalhar em um problema de cadeia de spins com interações tipo Heisenberg. Essa interação tende a alinhar os spins paralela- ou antiparalelamente com respeito uns aos outros. Embora esse sistema já era bem estudado na ocasião, dado o vasto número de artigos publicados no tema por décadas, ainda havia e há diversos aspectos interessantes e ainda pouco compreendidos. Por exemplo, a introdução de termos adicionais no modelo oriundos de interações de longo alcance, ou efeitos de interação spin-órbita. Este último resulta numa interação chamada Dzyaloshinskii-Moriya que tende a fazer com que os spins interagentes se organizem perpendicularmente em relação uns aos outros. Já de início podemos esperar que deve haver uma competição entre esses dois acoplamentos, já que um força os spins a se alinharem colinearmente, enquanto o outro tende a organizá-los perpendicularmente. Esse projeto era uma extensão natural do trabalho de Doutorado do Dr. Oscar Avalos-Ovando que havia acabado de terminar sua tese de Doutorado com o Prof. Sergio.

Aproveitando-me dos cálculos numéricos preliminares iniciados pelo Dr. Oscar, iniciei a implementação de um código para diagonalização exata do Hamiltoniano do modelo para uma cadeia de poucos spins. Utilizamos para tanto um pacote escrito em linguagem Python, chamado QuSpin, disponível de online de forma gratuita. Como a implementação era relativamente simples, com poucos dias consegui obter alguns resultados para uma cadeia de spin $S = 1/2$ com cerca de $N = 14$ spins acoplados numa cadeia linear. A ideia inicial era estudar como a energia do estado fundamental do sistema dependia dos acoplamento do tipo Heisenberg que se estendia até os terceiros vizinhos mais próximos. Em um desses cálculos, observei que fixando os acoplamentos de primeiro e segundo vizinhos e variando aquele que acopla os terceiros vizinhos, havia uma mudança descontínua da energia do estado fundamental. Isso me sugeriu uma transição de fase quântica no sistema. De fato, analisando com mais cuidado, verificamos que havia uma transição já conhecida a literatura. A ideia então foi introduzir a interação Dzyaloshinskii-Moriya e ver como ela modificava essa transição. A dificuldade dos cálculos numéricos usando o método de diagonalização exata está na limitação imposta pelo tamanho da cadeia. Isso porque, na prática, o tamanho das matrizes que precisamos manipular cresce exponencialmente com o tamanho da cadeia. Em termos mais formais, o tamanho do espaço de Hilbert cresce exponencialmente com o número de spins na cadeia. Poder tratar sistemas maiores, é importante para investigar se o comportamento físico obtido para cadeias pequenas são preservados em cadeias grandes, em particular, no limite em que N tende ao infinito.

Curiosamente, naqueles dias enquanto lia um dos artigos sugeridos pelo grupo do Prof. Sergio, descobri uma formidável plataforma numérica que utiliza o formalismo de *Matrix Product States* (Estados de produtos de matrizes) apropriadas para tratar proble-

mas quânticos quase-unidimensionais. Era a famosa plataforma iTensor, originalmente escrita em linguagem C++ e atualmente disponível também em Julia. Nesse formalismo, o método DMRG [10] é escrito de forma bastante simples e de fácil utilização na plataforma. Era essencialmente o que eu precisava para estudar aquele meu problema em cadeias mais longas. Chegamos de fato a estudar cadeias de até 200 spins, o que é inimaginável com diagonalização exata. Os resultados foram publicados num artigo publicado na revista Physical Review B em 2020, item 13 da lista de publicação mostrada no apêndice A.

A pandemia do COVID-19

Antes de terminar a descrição deste trabalho, não poderia deixar de relatar como a pandemia da COVID-19 afetou o desenvolvimento das atividades de Professor Visitante na Universidade de Ohio no ano acadêmico 2019/2020.

Era início de março de 2020 quando a pandemia se agravou nos Estados Unidos. A famosa conferência de Física da Matéria Condensada da Sociedade Americana de Física que ocorreria na cidade de Denver, no Colorado, havia sido cancelada em virtude desse agravamento. Naquele momento, na pequena cidade de Athens ainda não havia sido registrado nenhum caso de COVID. Havia apenas alguns poucos no estados de Ohio, mas logo o governador decretou o *lockdown*. Ao saber antecipadamente que o *lockdown* seria decretado pelo governador, houve uma correria aos supermercados, o que deixou as gôndolas praticamente vazias. Por exemplo, não se podia encontrar itens básicos como arroz ou papel higiênico. Álcool em gel e máscaras passaram a ser itens raros nas farmácias. O Governador se apressou em tranquilizar a população de que não haveria desabastecimento dos supermercados. De fato, em poucos dias o abastecimento voltou à normalidade. A dificuldade era ir aos supermercados. Passou a haver pessoas associadas aos supermercados que faziam as compras e as entregavam na casa dos clientes. Como vivíamos uma situação nova e desconhecida, evitávamos a todo o custo sair de casa e esse serviço de compras era muito conveniente.

Devido ao *lockdown*, a Universidade de Ohio suspendeu todas as atividades presenciais. A retomada das aulas em março, após o *spring-break*, se deu de modo virtual. Eu estava escalado para ministrar um curso de duas semanas sobre os férmions de Majorana para os estudantes de doutorado do Departamento de Física. Tudo teve de ser mudado para o modo virtual. As atividades de pesquisa ficaram meio que em suspenso. No meu caso, em que a pesquisa era puramente teórica, até que pude desenvolver de modo remoto. Na realidade, àquelas alturas, o artigo que publicamos a respeito das cadeias de spin já havia sido submetido para publicação. Todo o processo posterior se deu de modo remoto. As reuniões de grupo eram todas feitas de modo virtual, com todas as dificuldades inerentes, já que não estávamos acostumados a trabalhar desse modo.

Como sabemos, a pandemia da COVID se agravou rapidamente em todo o mundo. Até que em maio de 2020, quando eu deveria voltar ao Brasil percebi que as passagens aéreas minha e de toda a minha família haviam sido canceladas. Descobri que apenas uma companhia operava voos dos Estados Unidos para o Brasil, era a companhia Azul que voava de Fort Lauderdale, na Flórida, para Campinas. Comprei novas passagens para o início de maio, e chegamos ao Brasil a salvo no dia 10 de maio de 2020. Foi uma operação muito tensa devido às incertezas que nos acompanharam durante toda a viagem. Após adquirir as passagens aéreas outras dificuldades apareceram. Elas começaram já nos preparativos. Como já mencionado, não havia álcool em gel nem máscaras disponíveis para comprar. No caso do álcool, peguei um frasco de álcool isopropílico que havia na Universidade e misturei com um gel de cabelos para fazer meu próprio álcool higiênico. Quanto às máscaras, compramos umas meias brancas usamos uma tesoura para transformá-las de máscaras. Antes da viagem, contudo, uma senhora da igreja que frequentávamos nos levou um kit para viagem que continha umas máscaras e um pequeno frasco de álcool em gel. Inclusive, ela havia preparado uma máscara especial para nosso filho menor que tinha dois aninhos, o que lhe caiu muito bem. Embora ele não podia tolerar uma máscara por muito tempo. O Voo de Columbus, capital de Ohio, para Fort Lauderdale foi relativamente tranquilo. Ao aterrissar em Fort Lauderdale, observamos que o aeroporto estava deserto e assim permaneceu por horas. Os funcionários da companhia aérea só apareceram quando a hora do embarque se aproximou. Só pude acreditar que sairíamos dos Estados Unidos quando o avião decolou do aeroporto.

3.2.7 Localização de muitos corpos

Ao chegar ao Brasil naquela primeira quinzena de maio de 2020, eu precisava preparar um local adequado para trabalhar de modo remoto, já que não se podia vislumbrar por quanto tempo ficaríamos confinados em virtude da pandemia. Preparei um escritório em casa onde trabalhei por meses. Eu tinha dois alunos de Doutorado sob minha orientação, o Joelson Fernandes Silva e o Gabriel Teófilo, cujos trabalhos de pesquisa estavam em fase bastante avançada. De fato, ambos defenderam suas teses no ano de 2021. Dado o isolamento social, eu achei por bem começar um projeto solo. A ideia era poder, se possível, usar as ferramentas teóricas que eu dispunha naquele momento. Ao fazer uma procura criteriosa dos artigos publicados na plataforma arXiv, deparei-me com um problema interessante sobre localização de muitos corpos em sistemas de muitos corpos interagentes.

Para contextualizar um pouco, o problema da localização em sistemas quânticos está associado à possibilidade de haver estados de não equilíbrio em um sistema de muitas partículas que não evoluem para um estado de equilíbrio. Esse problema denominado de *localização de muitos corpos*, ainda em debate nos dias atuais, é a versão interagente do

conhecido problema da localização de Anderson, que foi proposto por P. W. Anderson nos anos 1970. Anderson mostrou que em sistemas não interagentes e suficientemente desordenados, estados iniciais fora do equilíbrio não termalizam (ou seja, não evoluem para um estado de equilíbrio), violando, assim, o princípio da ergodicidade. O ingrediente central da localização de Anderson é a desordem. Por muito tempo se discutiu sobre a possibilidade de desordem induzir localização em sistemas interagentes. Com as dificuldades práticas de se obter resultados analíticos robustos em favor da existência dessa localização nos casos dos sistemas interagentes, os principais resultados que sugerem sua existência resultam de cálculos numéricos, que em geral são limitados pelo tamanho do sistema. De fato, há atualmente pesquisadores que acreditam que a localização de muitos corpos não existe.

Não obstante, durante minha pesquisa no arXiv encontrei um trabalho de 2018 do Prof. Frank Pollmann do Instituto Max Plank em Dresden, na Alemanha, que previa a possibilidade de localização em sistemas de muitos corpos mesmo na ausência de desordem. Nesse caso, a localização seria induzida por um potencial com gradiente aproximadamente constante no sistema. Esse fenômeno foi chamado de *localização Stark de muitos corpos*. Como era um assunto recente e interessante, resolvi estudá-lo com mais detalhe. Percebi que eu poderia utilizar os conhecimentos e as ferramentas que eu havia adquirido durante o trabalho com o Prof. Sergio nos Estados Unidos durante o período que havia passado como professor visitante. Passei a investigar a localização Stark em uma cadeia de spin com interação do tipo Heisenberg que envolvia primeiros e segundos vizinhos. Esse modelo é conhecido como modelo J_1 - J_2 e bastante estudado desde os anos 1990, no contexto de transições de fases quânticas. No caso em que a interação se limitava a apenas entre primeiros vizinhos, a localização Stark havia sido investigada em um trabalho publicado em 2021. A minha ideia era verificar se a localização Stark seria robusta quando introduzíssemos as interações de segundos vizinhos. Os resultados numéricos não só mostraram que sim, mas também que havia regiões de valores dos parâmetros para os quais que a localização era reforçada quando comparada com o caso mais simples de apenas primeiros vizinhos. Escrevi esses resultados e publiquei o artigo na revista Physical Review B em 2022. Embora eu já tinha publicado artigos cujos autores eram apenas eu e meus estudantes, esse teve um sabor especial por ser o primeiro artigo por mim publicado como único autor. Este consta como item 4 da lista de publicações (apêndice A).

Mais recentemente, um trabalho sobre localização Stark de Muitos corpos foi concluído no âmbito de uma projeto de Mestrado do estudante Márcio Guimarães Souza com título “Da ergodicidade à localização de muitos corpos de Stark em cadeias de spins com anisotropia de íon único”. A dissertação foi defendida no início do corrente ano e o artigo associado foi submetido para publicação e está em processo de revisão por pares.

3.2.8 Propriedades magnéticas em redes kagome (Professor Visitante na Universidade de Ohio-2022)

O Programa de Pós-graduação do INFIS/UFU participou do projeto de internacionalização CAPES-Print/UFU, promovido pela CAPES em 2017 e que, devido à prorrogações em virtude da pandemia da COVID-19, ainda encontra-se vigente até os dias atuais. Esse formidável projeto permitiu o intercâmbio de diversos pesquisadores e estudante de pós-graduação entre a UFU e universidades de outros países. No meu caso, em particular, fui beneficiado com visitas de curta duração e uma bolsa de professor visitante para passar seis meses na Universidade de Ohio, junto com o Prof. Sergio Ulloa, colaborador de longa data. Nessa oportunidade submetemos um projeto para estudar as propriedades eletrônicas e magnéticas de materiais kagome. Os materiais kagome são compostos que formam camadas bidimensionais cujos átomos dessas camadas estão espacialmente organizados de modo a formar uma rede cristalina que pode ser vista como pequenos triângulos colocados nos vértices de uma rede hexagonal. Esse tipo de material descoberto recentemente apresenta diversas propriedades físicas interessantes incluindo supercondutividade não convencional, graças às características da sua estrutura cristalina e as interações coulombianas.

Nesse contexto, propusemos investigar tanto as propriedades eletrônicas quanto magnéticas nesse sistema. A ideia inicial seria passar um período de um ano, contudo por restrições orçamentários no projeto, foi-me concedida uma bolsa de seis meses, a saber, de novembro de 2022 a maio de 2023. Ao chegar na Universidade de Ohio, comecei a trabalhar em uma fita kagome descrita por um Hamiltoniano de Hubbard simples. Utilizando o método DMRG dentro da plataforma iTensors, foi possível encontrar o estado fundamental do sistema e calcular suas propriedades físicas de interesse, dentre elas as correlações de spin, que podem indicar a existência de uma fase frustrada e, possivelmente, com propriedades de líquido de spin.

Quando chegamos a dezembro de 2022, achei que esse seria um trabalho apropriado para meu estudante de doutorado Rafael Freitas. Sugeri a ele que continuasse a investigar esse problema. Passei para ele todos os códigos que eu havia desenvolvido para tratar o problema. Àquelas alturas, já havia implementado os efeito de distorção mecânica uniaxial na rede. Eu havia notado que a distorção modificava o padrão de correlações no sistema. A partir daí, o Rafael passou a conduzir os cálculos de modo bem mais detalhado. Ele introduziu diversas medidas afim de quantificar a frustração no sistema, o que esclareceu bastante a interpretação física da dependência da energia do estado fundamental com a direção da distorção. Esse trabalho está publicado no periódico *Physical Review B*, e corresponde à última publicação neste ano de 2024 (veja apêndice A). Esse é um dos temas de grande interesse e deve ser um dos alvos de minha pesquisa nos próximos anos.

3.2.9 Frutos das atividades de pesquisa

Como resultado, o desenvolvimento desses diversos trabalhos de pesquisa discutidos acima, dentre outros, possibilitou-me a publicação vários artigos em periódicos especializados (veja lista no apêndice A) bem como a orientação de vários estudantes nos seus trabalhos de pesquisa na Graduação e na Pós-Graduação. Ao todo são:

1. Teses de Doutorado: três concluídas e duas em andamento;
2. Dissertação de Mestrado: seis concluídas e uma em andamento;
3. Supervisão de Pós-Doutorado: três concluídas;
4. Trabalho de Conclusão de Curso: quatro concluídos e um em andamento;
5. Iniciação Científica: cinco concluídas;

Esses trabalhos estão descritos com mais detalhes no apêndice B.

O desenvolvimento desses trabalhos de pesquisa e outros não discutidos acima foi possível, graças a diversos projetos aprovados junto às agências de fomento do país. Esses estão listados no apêndice E. O apoio recebido nesses anos dos projetos em que coordenei além daqueles nos quais estive envolvido diretamente, possibilitou diversas atividades fora da UFU em visitas, missões de longa e curta duração, bem como conferências em diversas instituições no Brasil e exterior. Veja apêndice C. Devo também mencionar a honra de colaborar com pesquisadores de diversas instituições do Brasil e do exterior. Todos esses pesquisadores contribuíram grandemente para o sucesso da minha carreira como pesquisador, tornando-se muitos deles grandes amigos.

O envolvimento em pesquisa na comunidade local, nacional e internacional me permitiu participar honrosamente como membro de banca de defesa de trabalhos de Graduação, Dissertações de Mestrado e tese de Doutorado de em diversas instituições, incluindo algumas do exterior. Para maior detalhe, elas estão listadas no apêndice D.

Ainda dentro do desenvolvimento das atividades de pesquisa também tem permitido, naturalmente, minha contribuição com pareceres para diversos periódicos científicos especializados, bem como a participação como pareceristas *ad hoc* em projetos para diversas agências nacionais e internacionais (veja apêndice F).

3.3 Atividades de Ensino

Após ser empossado e iniciar as atividades regulares no INFIS, foi-me atribuída a disciplina de Física Geral 3 para alunos do curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

Por assumir a disciplina durante o andamento do semestre, não trago tantas recordações daqueles alunos. Para estudantes de Física, no primeiro semestre do ano seguinte (2009) ministrei a disciplina de Termodinâmica para o curso de Licenciatura em Física. Era uma disciplina ministrada no período noturno, como é de costume nesse Curso da UFU. Apesar das minhas experiências didáticas pregressas, foi um desafio interessante. Afinal, era a primeira vez que ministrava Termodinâmica na graduação. Devo dizer que aquela também foi a última vez que ministrei aquela disciplina. Naquela oportunidade encontrei diversos alunos memoráveis. Para não incorrer em injustiças, evitarei listá-los aqui. Fato é que vários daqueles alunos ingressaram na Pós-Graduação em Física da UFU nos semestres subsequentes. Muitos desses estudantes, tive a honra de ministrar aulas na Pós-Graduação posteriormente. Atualmente muitos deles estão espalhados pelos campi de universidades como docentes pelo Brasil e ainda outros estão exercendo atividades no exterior. Contemplar o sucesso da carreira dos estudantes com os quais, pelo menos um pouco, pode contribuir é uma das maiores gratificações que um professor pode receber.

Desde essas primeiras disciplinas mencionadas acima, tenho ministrado regularmente tanto na graduação quanto na Pós-Graduação. Dentre as disciplinas ministradas por mim temos:

1. Física Geral 3 (Bacharelado em Engenharia Civil);
2. Laboratório de Cinemática (Bacharelado em Engenharia Mecânica);
3. Projeto Integrado de Prática Educativa 1 (Licenciatura em Física);
4. Projeto Integrado de Prática Educativa 2 (Licenciatura em Física);
5. Física Básica 1 (Bacharelado em Física Médica);
6. Termodinâmica (Licenciatura em Física);
7. Eletromagnetismo 1 (Graduação em Física de Materiais - Bacharelado);
8. Eletromagnetismo 2 (Graduação em Física de Materiais - Bacharelado);
9. Física do Estado Sólido II (Pós-Graduação);
10. Mecânica Quântica I (Pós-Graduação);
11. Mecânica Quântica II (Pós-Graduação);
12. Eletromagnetismo (Pós-Graduação)

Desta lista de disciplinas, aquelas de caráter mais pedagógico me dediquei mais no início das minhas atividades na UFU. Isso foi em virtude da falta de docentes especializados em formação de professores. No meu caso, embora não fosse um especialista no

assunto, aproveitei minha formação em licenciatura para dar minha contribuição. Atualmente, percebo que há muitos professores mais bem preparados do que eu para ministrar essas disciplinas, mas estou e estarei sempre pronto a contribuir na medida da necessidade da instituição.

3.3.1 Mini-cursos ministrados no exterior

Ainda como fruto das minhas atividades de pesquisa em temas de interesse na comunidade científica, tive o privilégio de ministrar alguns cursos de curta duração em instituições do exterior, seja durante visitas técnicas ou atendendo a convites específicos. Dentre esses destaco:

1. *Numerical Renormalization Group to quantum impurity problems* (Duração: 10 horas-aulas). Universidad Catholica del Norte, Antofagasta, Chile (2012).
2. *Many-body problems in quantum systems: a numerical perspective* (Duração: 10 horas-aulas). Zhejiang Normal University, Jinhua, China, 2023.
3. *Introduction to many-body problem: A numerical approach* (Duração: 6 horas). Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile (2023).
4. Majorana quasiparticles and Kondo correlations in quantum dots (Duração: 4 horas). Ohio University, Athens, EUA (2020).

3.4 Atividades de extensão

3.4.1 Organização da 17th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics

A *Brazilian Workshop on Semiconductor Physics* é uma conferência bianual que se iniciou em 1983 como uma escola de semicondutores. Ao longo do tempo ela passou a ter caráter internacional e ampliou o seu escopo, passando a acomodar mais temas da Física da matéria condensada. Eu, particularmente, comecei a participar dessa conferência na sua décima segunda edição, que ocorreu em 2005 na cidade de São Paulo, ainda durante meu doutorado. Em 2013 aconteceu sua décima sexta edição na cidade de Itirapina, SP. Na ocasião eu estava fazendo um pós-doutorado no Instituto de Física de São Carlos e participei com apresentação de um trabalho sobre os férmions de Majorana, tema sobre o qual eu estava trabalhando com o Prof. Carlos Egues. Como de costume, durante uma dada edição da conferência é decidido o organizador da próxima. Fui então procurado pelo Prof. Guilherme Sipahi, organizador daquela edição. Dentre os professores da

UFU participavam daquela conferência, estávamos eu e o Prof. Fabrício Macedo. Fomos convencidos de que poderíamos organizar a décima sétima edição na região de Uberlândia.

De fato, eu e o Prof. Fabrício, com a cooperação dos Profs. Gerson Ferreira, Mariana Odashima e Tomé Schmidt e vários estudantes, organizamos com sucesso a décima sétima edição da BWSP que aconteceu no hotel Executive In em Uberlândia. Nessa edição tivemos a cerca de 160 participantes, dentre eles vários convidados de diversos países ao redor do mundo. Contamos com as principais agências de fomento, CAPES, CNPq e FAPEMIG, bem como o suporte da Pro-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFU e da Prefeitura de Uberlândia. Não posso esquecer também de mencionar os recursos substanciais concedidos pela FAPESP para participação dos pesquisadores e estudantes oriundos do Estado de São Paulo. O Sucesso dessa conferência mostrou que podemos e devemos trazer mais eventos desse porte e até maiores, que nos fornece uma rica oportunidade para o envolvimento dos pesquisadores e estudantes locais, bem como promover nossa Instituição no cenário nacional e internacional.

Para além do impacto na comunidade científica que esse evento produziu, foi um evento importante para a própria Universidade na cidade de Uberlândia. Por ser um evento de médio porte com participantes de diversas partes do mundo, houve envolvimento de diversos setores da cidade de Uberlândia. Em virtude deste impacto, fui agraciado com o prêmio embaixador de Uberlândia no ano de 2017.

3.4.2 Membro de Junta de Educação

Nos últimos anos tenho contribuído como membro da Junta de Educação da Convenção Batista Mineira. Nesse conselho, tenho contribuído especialmente na câmara de assuntos pedagógicos que trata de toda a estrutura pedagógica do Colégio Batista Mineiro. Essa é uma atividade voluntária de grande importância para a comunidade pois impacta a formação de estudantes desde o maternal até o último ano do ensino médio. Do ponto de vista do meu próprio aprendizado, essa atividade me dá a oportunidade de compreender um pouco mais sobre a dinâmica do ensino fundamental e médio e sua conexão com o ensino superior. Mais importante, me permite pensar em propostas para estabelecer conexões mais permanentes entre as escolas de ensino básico e a Universidade.

3.4.3 Seminários e entrevistas

Durante esses anos todos por diversas vezes tive a honra de ministrar seminários em escolas do ensino médio, muitos deles dentro do importante programa da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Me recordo que em uma dessas oportunidades, ministrei um seminário sobre nanociência em uma escola estadual em um bairro humilde de Uberlândia. Poucos anos mais tarde, um daqueles alunos que lá estavam, assistia minha aula de Física

I como aluno de Física da UFU. Esse mesmo aluno chegou a fazer toda a graduação sob minha orientação, chegando a defender sua Tese de Doutorado também sob minha supervisão. Esse é só um dos exemplos de como nossas atividades para fora dos muros da universidade pode produzir bons frutos. Por algumas vezes participei também de entrevistas para os meios de comunicação locais, quais sejam, TV Universitária, UFUcast (o videocast da diretoria de comunicação da UFU), além das TVs abertas locais.

3.4.4 Organização de Escola de Altos Estudo da CAPES

Em 2018 a CAPES divulgou um edital especial para apoiar programas de pós-graduação a atrair pesquisadores renomados do exterior para realizar visitas de curta duração. Nesse período de visita, deveriam ser ofertados cursos, conferências etc, com a participação do pesquisador visitante. Nesse contexto, eu e o Prof. George Balster Martins que se encontrava em fase de contratação pela UFU, resolvemos submeter um projeto para organizar uma escola de Grupo de Renormalização Numérica na UFU. Nossa proposta foi trazer o Prof. Rok Zitko, do Instituto Jozef Stefan na cidade de Liubliana, na Eslovênia. O Professor Zitko é um dos maiores especialistas na técnica de grupo de renormalização numérica e mundialmente conhecido por suas contribuições na comunidade científica. Sob o título *Uberlândia School of Advanced Studies – Numerical Renormalization Group: Basic Aspects and Applications*, realizamos com sucesso o evento, que ocorreu de 22 de janeiro a 01 de fevereiro de 2019. Obtivemos na ocasião um grande envolvimento da comunidade científica. Alcançamos a participação de 29 pessoas, sendo 15 desses alunos provenientes de outras universidades e um centro de pesquisa do país (UFSCAR, USPSC, USP, UNICAMP, UFF, UFG, UFMG, UnB, CBPF), além de dois professores (UFF e UFG), bem como 14 alunos da própria UFU. A maioria dos discentes (aproximadamente 90%) eram estudantes de pós graduação. O sucesso da escola deveu-se ao grande envolvimento dos professores Gerson Ferreira, Mariana Odashima, Fabrício Macedo de Souza e George Martins, bem como de vários estudantes de graduação e pós-graduação do INFIS. Contamos também com grande apoio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFU.

Hoje, passados cerca de cinco anos, é interessante notar que aquele evento promoveu o método de grupo de renormalização na comunidade nacional, o que é observado pelo aumento do número de pesquisadores utilizando o método a partir de então. Isso foi possível, porque o Prof. Zitko pôde divulgar e ensinar a utilização d seu código chamado *NRG Ljubljana* que encontra-se disponível online de forma gratuita. Na ocasião, fizemos uma página da escola de altos estudos que organizamos que foi alojada no endereço <https://www.infis.ufu.br/~escolanrg2019>. Esse endereço aparece como referência na página do NRG Ljubljana, já que postamos um bom material didático resultante da escola. Infelizmente, por alguma política interna, a UFU não preservou a página no ar, como

se pode verificar. Aliás, isso também ocorreu com a página da BWSP-17 com endereço <http://www.bwsp17.infis.ufu.br/>. Fica aqui, portanto, minha observação em relação a essa política interna da UFU quanto à memória dos eventos que realiza.

3.4.5 Membro da comissão organizadora da Semana Acadêmica da Física 2010

Eventos direcionados aos estudantes de graduação em Física é de extrema importância. Isso permite aos estudantes uma formação acadêmica um pouco mais ampla, pois permite o contato direto com professores e pesquisadores de outras instituições. Isso em última instância, permite-lhes um leque mais amplo de possibilidades em suas carreiras acadêmicas de pós-graduação.

Nesse contexto, o INFIS sempre promoveu as Semanas Acadêmicas, onde diversos professores são convidados a palestrar. Nesse contexto, Já no Ano de 2010, fui nomeado junto com outros professores e estudantes pelo Conselho do INFIS para organizar a Terceira Semana da Física que ocorreu nos dias 27, 28 e 29 de Abril de 2010. Tivemos a participação de diversos alunos de graduação e Pós-Graduação e vários renomados professores e pesquisadores convidados.

3.5 Atividades de Gestão e outras

3.5.1 Coordenações

1. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Física da UFU.
Período: 01/10/2020 – 30/09/2022.

Estávamos em plena pandemia quando assumi a coordenação do PPGFIS/UFU. Naquele momento todas as atividades acadêmicas comuns aos programas de pós-graduação, tais como aulas, seminários, bancas etc, sofriam dramaticamente com a suspensão das atividades presenciais, necessária naquele momento. Embora nossas aulas passaram a funcionar, precariamente, de modo virtual, os nossos tradicionais seminários semanais estavam suspensos. Além da pandemia, e de certo modo pior do que ela, vivíamos um momento político extremamente difícil, onde se disseminavam freneticamente as ideias anticiência e negacionistas. Ao mesmo tempo, ataques nefastos eram desferidos contra as Universidades Federais e suas estruturas, especialmente por aqueles que deveriam defendê-la, a exemplo das práticas do então Ministro da Educação incumbente. Diante daquele cenário, eu havia feito um reflexão a respeito do que era exigido de nós, agentes do Programa de Pós-Graduação em Física. O título daquela reflexão era: *Desafios para o Programa de*

Pós-Graduação em Física: motivar, resistir e sobreviver. Agora, passado aquele tempo mais estranho, posso revisitar com outros olhos aquela reflexão.

Em tempos difíceis como o que vivemos em um passado muito recente, em especial nos anos de 2020 e 2022, manter-nos motivados é um desafio. Os efeitos da pandemia que se abateu sobre a humanidade naqueles dois anos era mais dramático aqui no Brasil, onde encontrou um cenário já arrasado pelo desmonte das políticas públicas para a educação e ciência. É nesse contexto que se encontravam os programas de Pós-Graduação no país. Os programas de menores portes sofreram mais as nefastas consequências daquele momento. Em grande medida, isto ocorreu porque o contexto acadêmico, onde as ideias se afloram e se consolidam, é menos denso em instituições menores e, portanto, deterioram-se mais precocemente.

Infelizmente os efeitos da pandemia parecem estar ainda presentes nos dias atuais. Há, aparentemente, um afastamento entre os membros da comunidade dos programas de Pós-Graduação. Parece que nos acostumamos a exercer nossas atividades no modo remoto e, por conveniência ou desmotivação, não retornamos completamente ao modo tradicional. Estamos de algum modo nos conformando com a virtualização da comunicação que se dá de modo precário pelos aplicativos, abrindo mão das discussões presenciais ricas e frutíferas. Enquanto estamos confortavelmente exercendo nossas atividades acadêmicas de modo remoto, todos nós, juntamente com a instituição, vamos soçobrando lentamente. Manter-nos motivado é, portanto, ainda condição *sine qua non* para resistir e sobreviver, e disso depende o futuro do nosso Programa de Pós-Graduação.

3.5.2 Membro de conselhos e comissões

Logo que cheguei à UFU assumi compromissos em comissões e conselhos. Já no ano de 2009 fui eleito como membro do conselho do INFIS pela primeira vez. Desde então tenho participado de diversas comissões. Naquela mesma ocasião participei como parecerista *ad hoc* para avaliação de projetos pedagógicos na UFU. Mais recentemente, em virtude das minhas atividades como coordenador do PPGFIS, participei do Conselho do Instituto de Física (COINFIS), Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa (CONPEP) e do Conselho Universitário (CONSUN), sendo este último o órgão máximo deliberativo da Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente participo como membro do Comitê de Políticas de Internacionalização (CPI) da UFU, que atua junto à Diretoria de Relações Internacionais (DRI). O trabalho em comissões é geralmente burocrático e exige considerável dedicação, mas é extremamente necessário ao bom funcionamento da instituição.

Considerações finais

Escrever esse memorial é, para mim, como fazer uma viagem ao passado, visitando mentalmente lugares, situações e revivendo episódios diversos, uns agradáveis, outros nem tanto. Não obstante, é bom rememorar as boas escolhas feitas ao longo do tempo e, também, reconhecer aquelas que poderiam ter sido diferente e, talvez, melhores. Todas elas certamente fazem parte do que sou hoje como pessoa e também como profissional. Outrossim, sou, naturalmente, convidado a pensar sobre o futuro. Afinal não posso imaginar o atual estágio profissional como o fim de uma carreira, mas apenas o início de uma nova etapa, oxalá ainda longa. Nesse sentido, em primeiro lugar, é necessário, eu mesmo, perguntar-me se as experiências vividas e adquiridas me capacitam para essa nova etapa da carreira acadêmica. Nesses anos todos tenho me dedicado em maior medida às atividades de ensino e pesquisa, mas também tenho dado minhas contribuições nas atividades de extensão, sobretudo com organização de eventos e entrevistas para os meios de comunicação locais, bem como em atividades de gestão, na medida da necessidade da instituição. A minha experiência profissional adquirida no decorrer de todos esses anos tem me levado também a pensar um pouco mais sobre a Universidade de forma mais ampla, sua história e seu papel na sociedade. Isso me parece importante pois pode nos ajudar a pensar em como podemos impactar o futuro Institucional.

Refletir sobre o papel da Universidade na atualidade e sua relevância no desenvolvimento da sociedade é de fundamental importância. Vejo a Universidade Federal (UF), em geral, como uma instituição promotora de transformação social e econômica do indivíduo. Desde o início da minha graduação na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1997, quando conheci a UF, tenho presenciado grandes transformações em seu seio. As Instituições Federais de ensino, por muito tempo atendiam apenas uma certa elite da sociedade brasileira. O indivíduo pobre de tão preto ou preto de tão pobre, parafraseando a canção Haiti de Caetano Veloso e Gilberto Gil, não tinha vez nas UFs. A qualidade profissional do indivíduo dessa elite formado nas UFs, qual fosse ele, médico, engenheiro, advogado etc, era inquestionável.

Nas últimas décadas, graças à Constituição cidadã de 1988, o acesso às UFs foi aos poucos se democratizando. Em grande medida, esse processo se deu graças às ações afirmativas, como, por exemplo, a política de cotas empreendidas pelas Instituições e fomentada pelo Estado brasileiro, sobretudo a partir dos anos 2000. Esse processo de democratização foi também impactado positivamente pela interiorização das Universidades Federais que testemunhamos nas últimas décadas. Esse movimento de democratização do acesso às UFs tem sido transformador na sociedade brasileira. Contudo, há reações de diversas naturezas. Destaco aqui a reação daqueles indivíduos que fazem parte daquela elite social que detinham o privilégio de poderem, só eles, obter seus títulos em UFs com sua qualidade exaltada. Com a democratização do acesso às UFs, essa elite perde esse status e privilégio. Para esses, permitir o acesso da camada social menos privilegiada às UFs tem o efeito negativo mais dramático do que o acesso do pobre aos bens de consumo. Por exemplo, mesmo que um pobre possa adquirir um automóvel popular, será sempre possível aos abastados financeiramente comprar um carro de maior valor e inacessível ao trabalhador assalariado, preservando assim a distância social. É, talvez, por essa razão que nos últimos anos temos testemunhado uma severa campanha de demonização das UFs. Há os que tentam negar a qualidade das UFs, quase sempre superiores às universidades privadas. Há outros que engajam-se na nefasta tarefa de destruir a reputação das UFs, responsabilizando-as de um papel deletério para a família e para a sociedade. Atualmente, há até aqueles que recomendam aos pais não enviarem seus filhos para estudarem nas UFs. Essa empreitada é quase criminosa, já que potencialmente inibe o ingresso de muitos jovens pobres nas UFs, impedindo sua ascensão social capaz de transformador a sua realidade de suas famílias.

Diante da realidade atual em que vivemos na UF, somos convocados a defender o seu papel transformador da sociedade. Essa tarefa passa, necessariamente, por fazê-la ainda mais relevante, aproximando-a do cotidiano dos mais simples e desvalidos. Nesse sentido, trazer mais jovens e viabilizar sua permanência na universidade é primordial. É urgente, portanto, encontrar estratégias para minimizar o grave problema da evasão nos nossos cursos de graduação. Na Extensão, é preciso empenhar ainda mais não só na oferta de serviços à comunidade em geral, como tem sido feito pelos hospitais universitários, mas também na realização de eventos que promovam a inserção da Universidade na sociedade local. Na Pesquisa, no caso específico da UFU, é mandatório continuar e implementar iniciativas para melhorar a qualidade dos seus trabalhos científicos. Nesse sentido, dar melhores condições aos nossos estudantes e pesquisadores é crucial. É preciso também insistir nos esforços para a internacionalização da UFU empreendidos nos últimos anos, buscando mais parcerias formais com outras instituições ao redor do mundo. Por fim, os enormes desafios que vislumbramos adiante não nos fazem acomodar. Ao contrário, ele já nos fazem perceber que essa etapa da carreira acadêmica não é uma linha de chegada, mas uma oportunidade a mais de levar o nome da UFU para além dos seus muros. Por fim,

a Universidade precisa ser um lugar de oportunidades para todos, não de privilégios para uns poucos. Uma universidade mais relevante na sociedade, fará com que outros como eu não tenham que percorrer caminhos tão tortuosos e pedregosos nas suas trajetórias acadêmicas. Para tanto, a Universidade precisa continuar sendo pública, gratuita, de qualidade e mais democrática.

Referências

- 1 GLEISER, M. *A Dança do Universo*. [S.l.]: Companhia de Bolso, 2006.
- 2 VERNEK, E. *Um modelo de células dinâmicas aplicado a sistemas granulares*. Dissertação (Mestrado) — Faculdades Católicas. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17771/PUCRio.acad.3628>>.
- 3 BINNIG, G.; ROHRER, H. Scanning tunneling microscopy. *Surface Science*, Elsevier BV, v. 126, n. 1–3, p. 236–244, mar. 1983. ISSN 0039-6028. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0039-6028\(83\)90716-1](http://dx.doi.org/10.1016/0039-6028(83)90716-1)>.
- 4 ANDA, E. V. Green function solution for two hybridised electronic bands. *Journal of Physics C: Solid State Physics*, IOP Publishing, v. 14, n. 33, p. L1037–L1041, nov. 1981. ISSN 0022-3719. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1088/0022-3719/14/33/002>>.
- 5 FIETE, G. A.; HELLER, E. J. Colloquium: Theory of quantum corrals and quantum mirages. *Rev. Mod. Phys.*, American Physical Society, v. 75, p. 933–948, Jul 2003. Disponível em: <<https://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.75.933>>.
- 6 VERNEK, E. et al. Phonon rabi-assisted tunneling in diatomic molecules. *Phys. Rev. B*, American Physical Society, v. 72, p. 121405, Sep 2005. Disponível em: <<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.72.121405>>.
- 7 VERNEK, E. *Propriedades de transporte de sistemas nanoscópicos: átomos e moléculas*. Tese (Doutorado) — Faculdades Católicas. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17771/PUCRio.acad.9931>>.
- 8 HEWSON, A. C. *The Kondo Problem to Heavy Fermions*. Cambridge University Press, 1993. ISBN 9780511470752. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511470752>>.
- 9 KONDO, J. Resistance minimum in dilute magnetic alloys. *Progress of Theoretical Physics*, Oxford University Press (OUP), v. 32, n. 1, p. 37–49, jul. 1964. ISSN 1347-4081. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1143/PTP.32.37>>.
- 10 VERSTRAETE, F. et al. Density matrix renormalization group, 30 years on. *Nature Reviews Physics*, Springer Science and Business Media LLC, v. 5, n. 5, p. 273–276, abr. 2023. ISSN 2522-5820. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s42254-023-00572-5>>.

Publicações

A.0.0.1 Artigos científicos completos

1. R. F. P. Costa, E. Vernek and S. E. Ulloa *Magnetic response and antiferromagnetic correlations in strained kagome ribbons*. Phys. Rev. B, **110**, 115101 (2024).
2. G. S. Diniz and E. Vernek, *Suppressed Kondo screening in two-dimensional altermagnets*. Phys. Rev. B, **109**, 155127 (2024).
3. G. S. Diniz and E. Vernek, *Majorana correlations in quantum impurities coupled to a topological wire*. Phys. Rev. B, **107**, 045121 (2023).
4. Emmanuel V. C. Lopes, E. Vernek and T. M. Schmidt, *RKKY interactions mediated by topological states in transition metal doped bismuthene*. J. of Aapp. Phys. **133**, 115105 (2023).
5. E. Vernek, *Robustness of Stark many-body localization in the Heisenberg model*. Phys. Rev. B, **105**, 075124 (2022).
6. D. P. Paiva, D. O. Soares-Pinto and E. Vernek, *Dynamics of quantum resources in regular and Majorana fermion systems*. Phys. Rev. A, **105**, 042407 (2022).
7. G. S. Diniz, E. Vernek and G. B. Martins *Band Polarization Effect on the Kondo State in a Zigzag Silicene Nanoribbon*. Nanomaterials, **12**, 1480 (2022).
8. W. C. Silva, W. N. Mizobata, J. E. Sanches, L. S. Ricco, I. A. Shelich, M. de Souza, M. S. Figueira, E. Vernek and A. C. Seridônio, *Topological charge Fano effect in multi-Weyl semimetals*. Phys. Rev. B, **105**, 235135 (2022).
9. G. T. D. Pedrosa, Joeslon F. Silva and E. Vernek, *Kondo screening regimes in multi-Dirac and Weyl systems*. Phys. Rev. B, **103**, 045137 (2021).

10. Joelson F. Silva, L. G. G. V. Dias da Silva and E. Vernek, *Robustness of the Kondo effect in a quantum dot coupled to Majorana zero modes*. Phys. Rev. B, **101**, 075428 (2020).
11. J. P. Ramos-Andrade, P. A. Orellana and E. Vernek, *Majorana bound state in the continuum: Coupling between a Majorana bound state and a quantum dot mediated by a continuum energy spectrum*. Phys. Rev. B, **101**, 115403 (2020).
12. G. DINIZ, G. S. Diniz, G. B. Martins and E. Vernek, *Reentrant Kondo effect for a quantum impurity coupled to a metal-semiconductor hybrid contact*. Phys. Rev. B, **101**, 125115 (2020).
13. E. Vernek, G. B. Martins, R. Žitko, *Anisotropic Kondo screening induced by spin-orbit coupling in quantum wires*. Phys. Rev. B **102**, 155114 (2020).
14. E. Vernek, O. Ávalos-Ovando, S. E. Ulloa, *Competing interactions and spin-vector chirality in spin chains*. Phys. Rev. B **102**, 174427 (2020).
15. Joelson F. Silva, and E. Vernek, *Modified exchange interaction between magnetic impurities in spin-orbit coupled quantum wires*. J. of Phys. Cond. Matter **31**, 135802 (2019).
16. G. D. de Moraes Neto, V. Montenegro, V. F. Teizen and E. Vernek, *Dissipative phonon-Fock-state production in strong nonlinear optomechanics*. Phys. Rev. A **99**, 043836 (2019).
17. G. S. Diniz, G. I. Luiz, A. Latgé and E. Vernek *From Kondo to local singlet state in graphene nanoribbons with magnetic impurities*. Phys. Rev. B **97**, 115444 (2018).
18. Mariana M. Odashima, Beatriz G. Prado and E. Vernek, *Pedagogical introduction to equilibrium Green's functions: condensed-matter examples with numerical implementations*. Rev. Bras. de Ensino de Física **39**, 1303 (2017).
19. L. G. G. V. Dias da Silva, C. H. Lewenkopf, E. Vernek, G. J. Ferreira and S. E. Ulloa, *Conductance and Kondo Interference beyond Proportional Coupling*. Phys. Rev. Lett. **119**, 116801 (2017).
20. B. M. F. de Resende, F. Crasto de Lima, R. H. Miwa, E. Vernek and G. J. Ferreira, *Confinement and fermion doubling problem in Dirac-like Hamiltonians*. Phys. Rev. B **96**, 161113 (2017).
21. G. D. de Moraes Neto, V. F. Teizen, V. Montenegro and E. Vernek, *Steady many-body entanglements in dissipative systems*, Phys. Rev. A **96**, 062313 (2017).

-
22. G. S. Diniz, E. Vernek, F. M. Souza, *Graphene-based spin switch device via modulated Rashba Field and Strain*. Physica. E, Low-Dimensional Systems and Nanostructures (Print) **85**, 264 (2016).
 23. Joelson F. Silva, E. Vernek, *Andreev and Majorana bound states in single and double quantum dot structures*. J. of Phys. Condensed Matter **28**, 435702 (2016).
 24. G. R. Sousa, Joelson F. Silva and E. Vernek, *Kondo effect in a quantum wire with spin-orbit coupling*. Phys. Rev. B **94**, 125115 (2016).
 25. D. A. Ruiz-Tijerina, E. Vernek, L. G. G. V. Dias da Silva, J. C. Egues, *Interaction effects on a Majorana zero mode leaking into a quantum dot*. Phys. Rev. B **91**, 115435 (2015).
 26. E. Vernek, C. A. Busser, E. V. Anda, A. Feiguin and G. B. Martins, *Spin filtering in a double quantum dot device: Numerical renormalization group study of the internal structure of the Kondo state*. App. Phys. Lett. **104**, 132401 (2014).
 27. E. Vernek, P. H. Penteado, A. C. Seridônio and J. C. Egues, *Subtle leakage of a Majorana mode into a quantum dot*. Phys. Rev. B **89**, 165314 (2014).
 28. David A. Ruiz-Tijerina, E. Vernek and S. E. Ulloa, *Capacitive interactions and Kondo effect tuning in double quantum impurity systems*. Phys. Rev. B **90**, 035119 (2014).
 29. Javier I. Romero, E. Vernek, G. B. Martins and E. R. Mucciolo, *Magnetic field modulated Kondo effect in a single-magnetic-ion molecule*. Phys. Rev. B **90**, 195417 (2014).
 30. A. C. Seridônio, S. C. Leandro, L. H. Guessi, E. C. Siqueira, F. M. Souza, E. Vernek, M. S. Figueira and J. C. Egues, *Dimensionality effects in the local density of states of ferromagnetic hosts probed via STM: Spin-polarized quantum beats and spin filtering*. Phys. Rev. B **87**, 125104 (2013).
 31. L. G. G. V. Dias da Silva, E. Vernek, K. Ingersent, N. Sandler, E. E. Ulloa, *Spin-polarized conductance in double quantum dots: Interplay of Kondo, Zeeman, and interference effects*. Phys. Rev. B **87**, 205313 (2013).
 32. G. I. Luiz, E. Vernek, L. Deng, K. Ingersent and E. V. Anda, *Effects of electron-phonon coupling in the Kondo regime of a two-orbital molecule*. Phys. Rev. B **87**, 075408 (2013).
 33. L. Ribeiro, E. Vernek, G. B. Martins and E. V. Anda, *Kondo temperature and screening extension in a double quantum dot system*. Phys. Rev. B **85**, 165401 (2012).

34. B. M. F. de Resende, E. Vernek, *Parity oscillations of Kondo temperature in a single molecule break junction*. App. Phys. Lett. **100**, 212105 (2012).
35. C. A. Busser, E. Vernek, P. A. Orellana, G. A. Lara, E. Kim, A. Feiguin, E. V. Anda and G. B. Martins, *Transport in carbon nanotubes: Two-level $SU(2)$ regime reveals subtle competition between Kondo and intermediate valence states*. Phys. Rev. B **83**, 125404 (2011).
36. E. Vernek, Qu Fanyao, F. M. Souza, J. C. Egues and E. V. Anda, *Kondo screening regimes of a quantum dot with a single Mn ion*. Phys. Rev. B **83**, 205422 (2011).
37. P. H. Penteado, F. M. Souza, A. C. Seridonio, E. Vernek and J. C. Egues, *Scanning tunneling microscope operating as a spin diode*. Phys. Rev. B **84**, 125439 (2011).
38. F. M. Souza, Thiago L. Carrara and E. Vernek, *Enhanced photon-assisted spin transport in a quantum dot attached to ferromagnetic leads*. Phys. Rev. B **84**, 115322 (2011).
39. Irisnei L. Ferreira, P. A. Orellana, G. B. Martins, F. M. Souza and E. Vernek, *Capacitively coupled double quantum dot system in the Kondo regime*. Phys. Rev. B **84**, 205320 (2011).
40. C. A. Busser, G. B. Martins, L. Costa Ribeiro, E. Vernek, E. V. Anda and E. Dagotto, *Numerical analysis of the spatial range of the Kondo effect*. Phys. Rev. B **81**, 045111 (2010).
41. E. Vernek, P. A. Orellana and S. E. Ulloa, *Suppression of Kondo screening by the Dicke effect in multiple quantum dots*. Phys. Rev. B **82**, 165304 (2010).
42. E. Vernek, C. A. Busser, G. B. Martins, N. Sandler and S. E. Ulloa, *Kondo regime in triangular arrangements of quantum dots: Molecular orbitals, interference, and contact effects*. Phys. Rev. B **80**, 035119 (2009).
43. E. Vernek, N. Sandler and S. E. Ulloa, *Kondo screening suppression by spin-orbit interaction in quantum dots*. Phys. Rev. B **80**, 041302 (2009).
44. E. Vernek, E. V. Anda, S. E. Ulloa and N. Sandler, *Phonon-assisted tunneling regimes in diatomic molecules*. Phys. Rev. B **76**, 075320 (2007).
45. E. Vernek, N. Sandler, S. E. Ulloa and E. V. Anda, *Kondo regime of a quantum dot molecule: A finite- U slave boson approach*. Physica. E, Low-Dimensional Systems and Nanostructures **34**, 608 2006.
46. E. Vernek, E. V. Anda, S. E. Ulloa and N. Sandler, *Phonon Rabi-assisted tunneling in diatomic molecules*. Phys. Rev. B **72**, 121405 (2005).

47. W. A. M. Morgado, E. Vernek, *A simple example of clustering for a granular gas model*. Int. Journal of Mod. Phys. B **18**, 2829 (2004).

A.0.0.2 Capítulos de Livro

1. *A Matemática e os fenômenos da natureza*, Ciência em dia: Jornada de divulgação científica, A Matemática está em tudo. Editora Livraria da Física (2018).
2. *08 de Janeiro de Janeiro: lições de uma sociedade doente*. 8 de Janeiro de 2023 e Yanomami, Vital Publicações (2023).

Orientação e supervisão

Lista dos projetos de pós-doutorado supervisionados durante os anos de dedicação à UFU.

B.0.1 Supervisão de Pós-doutorado

1. **Gentil de Moraes Neto** (2016-2017) — Simulação Quântica em Sistemas fora do Equilíbrio.
2. **Gentil de Moraes Neto** (2018-2019) — Simulação Quântica em Redes de Osciladores Optomecânicos.
3. **Ginetom Souza Diniz** (2021-2022) — Many body physics in 1D and 2D low-dimensional systems: quantum spin systems and Kitaev Models

B.0.2 Orientação de tese de Doutorado

B.0.2.1 Teses Concluídas

1. **Gabriel Teófilo** (Data da defesa: 01/09/2021) – Kondo effect in multi-dirac and weyl fermions
2. **Joelson Fernandes Silva** (Data da defesa: 03/03/2021) – Many-body correlations and Majorana fermions in quantum impurity problems
3. **Gisele Iorio Luiz** (Data da defesa: 14/03/2013) – Interação Elétron-Fônon e efeito Kondo em impurezas quânticas multiorbitais.

B.0.2.2 Teses em andamento

1. **Rafael Freitas Pereira Costa** (Previsão de defesa: 2025) – Magnetic response and antiferromagnetic correlations in strained kagome ribbons.
2. **Márcio Guimarães Souza** (Previsão de defesa: 2027)

B.0.3 Orientação de dissertação de Mestrado

B.0.3.1 Concluídas

1. **Márcio Guimarães Souza** (Data da defesa: 04/03/2024) — Da ergodicidade à localização de muitos corpos de Stark em cadeias de spins com anisotropia de íon único.
2. **Gustavo Diniz Silva** (Data da defesa: 20/02/2020) – Reentrant Kondo effect in a quantum impurity coupled to a metal-semiconductor hybrid contact.
3. **Joelson Fernandes Silva** (Data da defesa: 15/02/2017) – Estados ligados de Andreev e Majorana em pontos quânticos.
4. **Bruno Messias de Resende** (Data da defesa: 30/10/2017) – Modelos matemáticos para isolantes topológicos em redes.
5. **Gilmar Régis de Sousa** (Data da defesa: 30/09/2016) – Impurezas quânticas em sistemas com interação spin-órbita.
6. **Irinsei Luzia Ferreira** (Data da defesa: 22/07/2011) – Efeito capacitivo em um sistema de dois pontos quânticos acoplados no regime Kondo.

B.0.3.2 Em andamento

1. **Mardônio Jó Carvalho França** (Previsão de defesa: 2025) – Resolução de problemas de cadeias de spin unidimensionais utilizando redes neurais.

B.0.4 Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

B.0.4.1 TCC concluídas

1. **Maisa Poiani** (Data da defesa: 01/12/2023) – Sistemas de Spins Interagentes: uma abordagem pedagógica
2. **Joelson Fernandes Silva** (Data da defesa: 11/02/2015) – Férmions de Majorana em fios quânticos supercondutores topológicos.

3. **Bruno Messias de Resende** (Data da defesa: 27/09/2013) – Grupo de renormalização numérico e Efeito Kondo: interlúdio didático e aplicação.
4. **Lais Aparecido de Castro** (Data da defesa: 07/04/2011) – É na prática que se aprende Física

B.0.4.2 TCC em andamento

1. **Felipe de Oliveira Ferreira** (Previsão de defesa: 10/2024) – Introdução à supercondutividade em redes unidimensionais.

B.0.5 Orientação de Iniciação Científica

1. **Bruno Messias de Resende** (Término: 31/07/2013) – Interação de muitos corpos e decoerência em pontos quânticos e moléculas magnéticas.
2. **Joelson Fernandes Silva** (Término: 31/07/2013) – Propriedade de transporte de sistemas nano-estruturados a baixas temperaturas.
3. **Bruno Messias de Resende** (Término: 31/07/2011) – Propriedade de transporte de carga e de spin em estruturas de pontos quânticos fortemente interagentes.
4. **Joelson Fernandes Silva** (Término: 2014) – Fermions de Majorana em fios quânticos supercondutores topológicos.
5. **Mateus Alves Araujo Cruz** (2017-2018) Isolantes Topológicos em Campos Magnéticos Não Uniformes.

Visitas, missões e conferências

1. Dokuz Eylul University
Local: Izmir - Turquia.
Período: 06/05/2024 – 19/05/2024.
2. Zhejiang Normal University
Local: Izmir - Turquia.
Período: 22/05/2023 – 21/12/2023.
3. Universidad de Antofagasta
Local: Antofagasta - Chile.
Período: 15/09/2023 – 14/10/2023.
4. Ohio University
Local: Athens - OH, EUA.
Período: 01/09/2022 – 30/04/2023.
5. Ohio University
Local: Athens - OH, EUA.
Período: 09/2019 – 05/2020.
6. Ohio University
Local: Athens - OH, EUA.
Período: 02/2012.
7. Universidad Catolica del Norte
Local: Antofagasta - Chile.
Período: 29/06/2011 – 06/07/2011.
8. Universidad Catolica del Norte
Local: Antofagasta - Chile.
Período: 01/06/2010 – 12/06/2010.

9. Oakland University
Local: Rochester - MI, EUA.
Período: 07/2009.

10. University of Florida
Local: Gainesville - Florida, EUA.
Período: 24/02/2009 – 03/03/2009.

11. KITP Program: Low Dimensional Electron Systems (January 20 - June 12, 2009)
Local: University of California - Santa Barbara, EUA.
Período: 11/02/2009 – 24/02/2009.

C.0.1 Participação em conferências

1. Autumn Meeting of the Brazilian Physical Society (EOSBF-2024)
Local: Florianópolis - SC, Brasil.
Período: 19/05/2024 – 23/05/2024.

2. Autumn Meeting of the Brazilian Physical Society (EOSBF-2023)
Local: Ouro Preto - MG, Brasil.
Período: 21/05/2023 – 25/05/2023.

3. Autumn Meeting of the Brazilian Physical Society (EOSBF-2022)
Local: São Paulo - SP, Brasil.
Período: 10/04/2022 – 14/04/2022.

4. 18th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics
Local: Maresias - SP, Brasil.
Período: 14/08/2017 – 18/08/2017.

5. VIII Escuela de Nanoestructuras
Local: Valparaiso - Chile.
Período: 10/01/2017 – 13/01/2017.

6. 20th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics
Local: São José dos Campos - SP, Brasil.
Período: 12/09/2022 – 16/09/2016.

7. International Workshop on Spintronics and Related Quantum Phenomena
Local: Cancún - México.
Período: 07/08/2015 – 08/08/2015.

-
8. SPIE – The international society for optics and photonics
Local: San Diego - California, EUA.
Período: 09/08/2015 – 13/08/2015.
 9. 22nd Latin American Symposium of Solid State Physics
Local: Puerto Varas - Chile.
Período: 30/11/2015 – 04/12/2015.
 10. SPIE – The international society for optics and photonics
Local: San Diego - California, EUA.
Período: 19/08/2014 – 21/08/2014.
 11. 2023 APS March Meeting
Local: Baltimore - Maryland, EUA.
Período: 05/03/2013 – 10/03/2013.
 12. 2012 APS March Meeting
Local: Baltimore - Maryland, EUA.
Período: 18/03/2013 – 22/03/2013.
 13. Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada (ENFMC)
Local: Águas de Lindóia - SP, Brasil.
Período: 13/05/2013 – 17/05/2013.
 14. XXXIII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada
Local: Águas de Lindóia – SP, Brasil.
Período: 10/05/2010 – 14/05/2010.
 15. 2008 APS March Meeting
Local: New Orleans - Louisiana, EUA.
Período: 10/03/2008 – 14/03/2008.
 16. International Conference on Physics of Semiconductors
Local: Rio de Janeiro - RJ, Brasil.
Período: 27/07/2008 – 01/08/2008.

Participação em bancas

1. Dissertação de Mestrado

Estudante: Antonio Marcos Dias Freitas

Título: Colapso Atômico em Impurezas no Grafeno Multicamada.

Data: 27/02/2024.

Local: UNESP- Ilha Solteira - Ilha Solteira, SP.

2. Prospectus for Doctoral Dissertation

Estudante: Miguel Abraham Mojarro Ramirez

Título: Topological and correlated phases of kagome superconductors.

Data: 28/09/2023.

Local: Ohio University - Athens, OH, EUA.

3. Tese de Doutorado

Estudante: Lucas Henrique de Oliveira

Título: Cálculo Semiclássico de Transporte em Sistemas Caóticos.

Data: 16/06/2023.

Local: Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG.

4. Tese de Doutorado: Estudante: Renan Bento Ribeiro Campos.

Título: Formation Of Spin-Polarized Majorana Fermions In Nanoribbons.

Data: 20/12/2023.

Local: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - Rio de Janeiro, RJ.

5. Tese de Doutorado: Estudante: Siddhartha Patra.

Título: Entanglement Signatures of Correlated Electron Systems.

Data: 27/06/2022.

Local: Indian Institute of Science Education and Research Kolkata - Mohanpur, India.

6. Tese de Doutorado: Estudante: Tomás Sobreira Machado.
Título: Método Da Funções De Green Cumulantes Para O Modelo De Anderson Da Impureza.
Data: 30/11/2022.
Local: Universidade Federal Fluminense - Niterói, RJ.
7. Dissertação de Mestrado
Estudante: William Nobuhiro Mizobata
Título: Interação entre impurezas enterradas em um semimental de Weyl: Caso magnético.
Data: 27/02/2019.
Local: UNESP - Ilha Solteira, SP.
8. Tese de Doutorado: Estudante: Edwin Ramos Rodriguez.
Título: Estudio del Aislantes Kondo Topológicos y Sistemas Nanoestructurados.
Data: 28/06/2019.
Local: Universidad Nacional de Colombia - Bogotá, Colombia.
9. Dissertação de Mestrado
Estudante: Raphael Levy Ruscio Castro Teixeira.
Título: Impurezas Magnéticas no modelo de Kanie-Mele com supercondutividade.
Data: 26/03/2018.
Local: Universidade de São Paulo - São Paulo, SP.
10. Correção de Provas de Vestibular UFU (Física)
Período: 02/07/2018 – 15/07/2018.
11. Tese de Doutorado
Estudante: Victor Lopes da Silva
Título: Um formalismo de operadores de projeção para resolver o Hamiltoniano de Anderson.
Data: 17/04/2018.
Local: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, RJ.
12. Dissertação de Mestrado
Estudante: Caio Estevão de Oliveira
Título: Efeitos de spin-órbita na absorção de Bi em superfícies de Si[111].
Data: 24/02/2017.
Local: Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG.
13. Dissertação de Mestrado
Estudante: Ramsés Marins da Silva.
Título: Expansão perturbativa para fenômenos a tempos curtos.

-
- Data: 27/10/2016.
Local: Universidade de São Paulo - São Carlos, SP.
14. Tese de Doutorado: Estudante: Dimy Nanclares Fernandes Sanches.
Título: Transporte eletrônico em isolantes topológicos 2D.
Data: 21/12/2016.
Local: Universidade de São Paulo - São Paulo, SP.
15. Dissertação de Mestrado
Estudante: Adonai Rodrigues Cruz
Título: Fusão de modos de Majorana em pontos quânticos.
Data: 03/06/2016.
Local: Instituto de Física de São Carlos - São Carlos, SP.
16. Dissertação de Mestrado
Estudante: Krissia de Zawadzki
Título: Relaxação magnética em ligas magnéticas diluídas.
Data: 13/02/2014.
Local: Instituto de Física de São Carlos - São Carlos, SP.
17. Tese de Doutorado
Estudante: Vladimir Gonçalves Miranda
Título: Kondo Effect in disordered graphene.
Data: 31/03/2014.
Local: Universidade Federal Fluminense - Niterói, RJ.
18. Tese de Doutorado
Estudante: Erika Nascimento Lima
Título: Estudo dos efeitos de confinamento quântico em semicondutores magnéticos e isolantes topológicos.
Data: 18/12/2014.
Local: Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG.
19. Dissertação de Mestrado
Estudante: Thiago Carrara de Lima
Título: Controle de corrente de spin em pontos quânticos na presença de tensões de porta moduladas no tempo.
Data: 09/08/2011.
Local: Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG.
20. Tese de Doutorado
Estudante: Laercio Costa Ribeiro
Título: Efeito de muitos corpos nas propriedades de sistemas nanoscópicos. Efeito

Kondo e magnetismo em estruturas de pontos quânticos.

Data: 09/04/2010.

Local: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, RJ.

Coordenação de Projetos

1. Título: Impurezas quânticas em sistemas com interação spin-órbita e supercondutores topológicos.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: MCTI/CNPQ/Universal 14/2014 - Faixa A - até R\$ 30.000,00
Vigência: 26/11/2014 – 26/11/2017.
Valor: R\$ 15.000,00.
2. Título: Interação elétron-fônon e efeito Kondo em pontos quânticos multi-orbitais.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Edital MCT/CNPq 14/2010 - Universal - Faixa A - Até R\$ 20.000,00
Vigência: 26/11/2014 – 26/11/2017.
Valor: 6.818,00.
3. Título: Spintronics VIII.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Apoio à Participação em Eventos Científicos no Exterior - AVG
Vigência: 16/06/2015 – 15/09/2015.
Valor: R\$ 5.000,00.
4. Título: Propriedades quânticas de sistemas nanoscópicos: Transporte eletrônico e férmions de Majorana.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Produtividade em Pesquisa - PQ - 2012
Vigência: 01/03/2013 – 29/02/2016.
Valor: R\$ 39.600,00.
5. Título: Efeito da interação spin-órbita e supercondutividade em impurezas magnéticas.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Produtividade em Pesquisa - PQ - 2015

- Vigência: 01/03/2016 – 29/02/2019.
Valor: R\$ 39.600,00.
6. Título: Física de muitos corpos em sistemas fermiônicos de Majorana e Weyl.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Produtividade em Pesquisa - PQ - 2018
Vigência: 01/03/2019 – 29/02/2022. Valor: R\$ 39.600,00.
7. Título: Localização de estados quânticos em sistemas de spin.
Agência de fomento: CNPq.
Edital: Produtividade em Pesquisa - PQ - 2021
Vigência: 01/03/2022 – . Valor: R\$ 39.600,00.
8. Título: Interação inter-impurezas magnéticas em sistemas com acoplamento spin-órbita e supercondutividade.
Agência de fomento: FAPEMIG.
Edital: Nº 002/2017 - Programa Pesquisador Mineiro - PPM XI.
Vigência: 05/03/2017 – 30/03/2024.
Valor: R\$ 50.400,00
9. Título: Symposium: SPIE NanoScience Engineering - Spintronics VIII.
Agência de fomento: FAPEMIG.
Edital: Participação Individual em Evento no Exterior Vigência: 09/08/2015 – 13/08/2015.
Valor: R\$ 3.765,96.
10. Título: 18th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics.
Agência de fomento: FAPEMIG.
Edital: Participação Individual em Eventos Técnicos Científicos no Exterior.
Vigência: 15/03/2010 – 19/03/2010.
Valor: R\$ 6.300,00.
11. Título: APS March Meeting 2010.
Agência de fomento: FAPEMIG.
Edital: Participação Coletiva em Evento Técnico e Científico.
Vigência: 14/08/2017 – 18/08/2017.
Valor: R\$ 2.141,00.
12. Título: Propriedade de transporte de estruturas nano-estruturadas a baixas temperaturas.
Agência de fomento: FAPEMIG.
Edital: Nº 01/2010 - Demanda Universal.

Vigência: 03/11/2010 – 02/11/2014.

Valor: R\$ 19.845,00.

13. Título: Impurezas quânticas em sistemas com interação spin-órbita e supercondutores topológicos.

Agência de fomento: FAPEMIG.

Edital: Nº 01/2014 - Demanda Universal.

Vigência: 13/08/2015 – 12/08/2017.

Valor: R\$ 19.845,00.

14. Título: Manybody phenomena in nanostructured materials.

Agência de fomento: CAPES.

Edital: 11 - Programa de Apoio a Eventos no País.

Vigência: 13/07/2013 – 29/07/2013.

Valor: R\$ 14.000,00.

15. Título: Brazilian Workshop on Semiconductor Physics (BWSP).

Agência de fomento: CAPES.

Edital: 11 - Programa de Apoio a Eventos no País.

Vigência: 03/08/2015 – 08/05/2015.

Valor: R\$ 40.000,00.

16. Título: Numerical Renormalization Group: Basic Aspects and Applications.

Agência de fomento: CAPES.

Edital: Escola de Altos Estudos - Edital nº 14/2018.

Vigência: 01/11/2019 – 31/12/2019.

Valor: R\$ 14.600,00.

17. Título: Interplay between interaction and topology in kagome lattices.

Agência de fomento: CAPES.

Edital: CAPES/PRINT - Edital nº 41/2017.

Vigência: 01/11/2022 – 30/04/2023 .

Valor: US\$: 17.900,00.

Pareceres em Artigos e projetos

Nesses anos de trabalho na UFU tenho participado como parecerista para diversos periódicos e agência de fomento.

F.0.0.1 Periódicos especializados

1. Physical Review B.
2. Physical Review Letters.
3. Journal of Phys. Condensed Matter.
4. Journal of Applied Physics.
5. SciPost.

F.0.0.2 Agência de fomento

1. CNPq.
2. FAPEMIG.
3. FAPESP.
4. FONDECYT-Chile.