



MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MEMORIAL DESCRITIVO ANALÍTICO

Prof. Michael Lee Sundheimer



Recife-PE
Agosto de 2022

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – “CAN YOU MAKE A LASER FOR ME?”	3
1.1 Sempre fui Cientista.....	3
1.2 As Primeiras Conquistas Escolares.....	7
CAPÍTULO 2 – VIRANDO UM FÍSICO DE VERDADE	12
2.1 Quase meu Quintal - Rose-Hulman Institute of Technology.....	12
2.2 Um Oasis no Deserto - Optical Sciences Center, University of Arizona.....	17
2.3 Do Deserto ao Mangue - Center for Research in Electro-Optics and Lasers, University of Central Florida	24
CAPÍTULO 3 – UM <i>HILLBILLY</i> NO VELHO MUNDO	33
3.1 Na Riviera Francesa - Université de Nice-Sophia Antipolis	33
3.2 Entre Dois Continentes - Koç University	36
CAPÍTULO 4 – DE VOLTA AO NOVO MUNDO	43
4.1 Universidade Federal de Pernambuco.....	44
4.2 Universidade Federal Rural de Pernambuco.....	47
CAPÍTULO 5 – MEUS LEGADOS	60
5.1 Publicações.....	60
5.2 O Laboratório de Óptica e Lasers (LOL).....	62
5.3 O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.....	64
5.4 SPIE Student Chapter Recife	66
5.5 A Ciranda da Ciência	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS (DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS)	78

Dedico este memorial às pessoas mais importantes na minha vida:

minha família

meus alunos

meus professores

pois sem eles eu não estaria aqui.

AGRADECIMENTOS

Citei e agradei várias pessoas ao longo do texto desse memorial, mas certamente me esqueci de mencionar algumas. Peço desculpas por isso. Eu cito algumas aqui, sabendo que eu vou, sem querer, deixar muitas de fora também. Agradeço imensamente:

Meu querido marido e melhor amigo Alexandre, pelo amor e apoio eterno, e por aguentar minha chatice, especialmente nos meses da elaboração deste memorial;

Meus filhos Alexsandro e Vicente, pelo amor e paciência;

Mel, Sandy e Maroka;

Meus pais Donald e Carol, pelo amor e apoio eterno;

Meus irmãos Don e David;

Webert, pela amizade do nível familiar;

Meu irmão de coração, Douglas Cadete;

Todos meus PETianos, passados e presentes. Vocês são uma família;

Meus amigos Glenn e Maggie Boreman;

Meus professores;

Meu orientador de doutorado, Prof. Dr. George Stegeman, *in memorium*;

A Universidade Federal Rural de Pernambuco;

Meus colegas do Departamento de Física da UFRPE;

Os técnico-administrativos do Departamento de Física, MNPEF, PPGFA e LF;

Os fantásticos funcionários terceirizados do CEGEN-UFRPE;

Meus colegas Tutores do PET-UFRPE;

Meus demais colegas professores bem como os outros profissionais da UFRPE;

Meus alunos, passados e presentes;

Meus amigos, que não precisam ser citados, pois sabem quem são;

Káthia Falcone. Agora temos algo a discutir além do memorial;

João;

Meu PC da HP rodando Windows 7, graciosamente fornecida pela UFRPE em 2012, um verdadeiro guerreiro.

APRESENTAÇÃO

Meu nome é Michael Lee Sundheimer, ou simplesmente Mike, um apelido que até aparece em alguns dos meus trabalhos acadêmicos mais antigos. Isto é a história da minha vida acadêmica e profissional, entrelaçada fortemente com aspectos da minha vida pessoal, pois nunca podemos separar as coisas tão facilmente assim. Tenho 59 anos de idade e 26 anos de experiência de magistério no nível superior como professor de física, na área específica de óptica e fotônica. Desde 2004 sou professor lotado no Departamento de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, uma casa acadêmica respeitada onde eu me sinto bem, valorizado, e acolhido, e que eu agradeço (quase) todos os dias pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal que me proporcionou ao longo dos últimos quase duas décadas.

Nasci e cresci na pequena cidade de Warsaw, no norte do estado de Indiana, nos Estados Unidos da América, aproximadamente 200 km ao leste do Chicago. A região metropolitana de Warsaw tinha aproximadamente dez mil habitantes na época, e permanece pequena hoje, com aproximadamente o dobro disso. Apesar do tamanho, a cidade me forneceu um ambiente incrível para estudar e aprender, com excelentes colégios públicos e professores, e uma biblioteca pública da Fundação Carnegie que seria a inveja de muitas bibliotecas universitárias.

Warsaw é carinhosamente conhecida como “A Cidade das Lagoas”, pois existem três lagoas naturais dentro do município e quase 100 ao redor. Também é conhecida como “A Capital Ortopédica do Mundo” por sediar várias empresas de desenvolvimento de fabricação de próteses ortopédicas e materiais relacionados. Ambas essas curiosidades têm certa importância nesta história, como veremos no primeiro capítulo.

Desde o ano de 2000 eu moro na Região Metropolitana do Recife, no “país” de Pernambuco, atualmente no bairro de Aldeia. Esse é o lugar onde eu já passei o maior tempo da minha vida de “cigano”, até mais do que eu passei em Warsaw. Tenho bons motivos acadêmicos, profissionais e pessoais por isso, como veremos. Cheguei aqui passando por 3,5 continentes (contando a Turquia como 1,5) na jornada acadêmica e cultural invejável que eu apresento neste texto.

Neste memorial eu tento expor os motivos de eu estar aqui, os motivos que me trouxeram para cá de uma forma tão convoluta, desde meus primeiros pensamentos sobre a

física e a óptica na infância até a minha atuação profissional atual. Também apresento as pedras e as conquistas ao longo do caminho. Às vezes pode até aparecer que estou gabando, pois eu tive experiências incríveis e invejáveis com pessoas, oportunidades e lugares maravilhosos. Mas não estou; cheguei aqui devido a muita sorte com um pouco de esforço meu. Eu não posso negar que eu tive bastante dificuldade em organizar e apresentar os fatos históricos e acontecimentos, de forma lógica, qualitativa, quantitativa e analítica, e no mesmo tempo agradável para ler, depois de meio século de estudos e atuação em física e óptica. Eu espero ter conseguido.

Eu não queria fazer uma divisão distinta em atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração. Além da divisão não ser muito clara, é, de fato, incorreta. Decidi desenvolver um relato mais ou menos cronológico, geotemporal, pois acredito que apresentar minha caminhada ao leitor seja mais importante do que o destino, simplesmente enumerando as conquistas que possam ser vistas no meu Currículo Lattes e na documentação comprobatória anexa. Tentei documentar ao máximo possível os fatos apresentados, porém obviamente algumas provas documentais foram extraviadas ao longo dos anos, e em alguns casos até nunca existiram, especialmente os acontecimentos anedóticos.

Eis a minha história.

CAPÍTULO 1

“CAN YOU MAKE A LASER FOR ME?”

Neste capítulo apresentarei as experiências científicas e acadêmicas da minha infância e adolescência, no intuito de colocar a minha trajetória acadêmica e profissional no contexto histórico e acadêmico apropriado.

1.1 Sempre fui Cientista

Nasci em 1963, filho de um torneiro mecânico que trabalhava na empresa ortopédica Zimmer, Inc., uma das maiores do mundo, e uma dona de casa que mais tarde atuou como funcionária pública no cartório municipal. Os dois tinham ensino médio completo, eu sendo o primeiro na família de completar o ensino superior. Eu era o filho do meio de três filhos homens. Não poderia ter sido fácil para minha mãe.

Eu era magro, meigo, e curioso; permaneço curioso até hoje. Eu era um verdadeiro *nerd*, pois eu amava assistir *Star Trek*, ler e estudar, e brincar na natureza. Minha única atividade esportiva fora da disciplina de Educação Física era de ser o *batboy* (quem recolha os tacos soltos pelos batedores) no Chicago Cubs, o time da liga juvenil local de baseball, cujo meu pai era *coach* e com o mesmo nome do grande time do Chicago. Era divertido, me colocou dentro da ação e animação do esporte sem ter que me cansar, e garantiu meu cachorro quente e refrigerante no final do jogo.

Como criança pequena eu adorava colecionar conchas do mar (apesar de morar 1000 km distantes; a minha avó as trazia das viagens à Flórida), catar e preservar os raríssimos trevos de quatro folhas, observar passarinhos e insetos, caminhar nos bosques vendo os animais e colhendo cogumelos comestíveis, pescar e observar a vida aquática nos rios e lagoas da cidade. Aborreci a minha mãe usando sua lixadeira elétrica de unhas para realizar restaurações em “dentes” de crayons. Parece que eu deveria ter sido um biólogo ou dentista, mas tenho certeza que não.

Eu estudava mapas e fazia viagens imaginárias para destinos interessantes traçando um palito ao longo das rodovias, algo que em retrospectiva talvez explique a minha trajetória geográfica. Lembro-me de ter dito a minha avó que eu nunca ia pagar impostos, pois eu ia caminhar pelo país num *camper* Winnebago em vez de morar numa casa. Esse sonho não se

realizou exatamente conforme planejado, mas o efeito final era parecido, desconsiderando o inevitável pagamento de impostos.

Meus livros favoritos eram sobre o sistema solar, rochas e pedras, biologia, zoologia, plantas e peixes, todos da série Golden Books do Herbert S. Zim, Ph.D. Me lembro do nome do autor até hoje, pois aquelas três letras depois do nome me intrigaram muito. Perguntei a minha mãe sobre o seu significado e ela me falou que só quem usava eram pessoas que estudavam até o final do curso para virar cientistas. Eu imediatamente sabia que eu queria ser um Ph.D. um dia!

A família era de classe média americana típica de uma cidade pequena do interior, sempre com um carro na garagem (raramente novo) e uma televisão colorida em casa desde que eu me lembro. Parece que éramos ricos, nos padrões brasileiros. De fato, éramos muito ricos, de experiências e oportunidades. Hoje eu reconheço muito bem as enormes vantagens que eu tinha comparado com a grande maioria das crianças curiosas no mundo. Além de curiosidade na infância, eu tinha muita sorte.

Meus pais se sacrificaram muito para fornecer um ambiente propício para eu satisfazer minhas curiosidades sobre o universo. Em aproximadamente 1969 meu pai gastou o que deveria ter sido alguns meses do salário dele para comprar a série completa do *World Book Encyclopedia*. Junto com meus Golden Books, eu tinha uma biblioteca em casa! Às vezes eu procurava um assunto específico de interesse. Mais frequentemente eu puxava uma letra aleatória do estante para folhear e ler sobre qualquer assunto que apareceu na minha frente, especialmente os da ciência, tecnologia e geografia. Algo que não se faz facilmente hoje em dia com a internet.

Também tive a sorte de crescer numa época fantástica para um pequeno cientista, e num país que valorizava e investia muito em educação e divulgação científica, na grande era de “brinquedos” científicos. Ao longo dos anos meus pais me presentearam com investimentos maravilhosos: um conjunto de química da Gilbert dos anos 1940 que era do meu pai, um conjunto para dissecação de animais da Perfect, um microscópio da Skilcraft, um laboratório de eletrônica “20 em 1” da Radio Shack, e um pequeno telescópio de mesa da Tasco. Além de uma biblioteca, eu tinha um laboratório em casa! Para quê sair para jogar baseball?

O conjunto de química era uma loucura, cheio de reagentes perigosos vencidos há 30 anos. Na loja local de hobby, comprei uma pequena lâmpada de álcool que eu usei para fazer nem sei quais reações químicas e formar nem sei quais compostos carcinogênicos. Também comecei a trabalhar com vidro, esquentando tubos capilares para formar pipetas e tentando

formar vidraças. Décadas depois essa experiência se provará útil, no primeiro projeto de pesquisa do meu doutorado.

Da mesma fantástica loja de hobby eu comprava espécimes de animais como estrelas do mar, peixes, rãs, pitus e minhocas da terra, preservadas em jarras de formol. Eu usava o conjunto de dissecação para tentar realizar disseções verdadeiras, quase sempre resultando em bagunças altamente fedorentas na cozinha. O único que realmente deu certo foi da minhoca da terra, pois a minha mãe tinha estudada a dissecação correta delas no colégio.

O microscópio era uma pequena decepção, pois as lentes eram de plástico, já arranhados desde novas, e obviamente não formavam imagens boas. Não chegou nem perto da ampliação de 450 vezes citada na propaganda da fabricante, mas 100 vezes já era suficiente para ver células de cebola, raízes e escamas no cabelo, a anatomia de insetos, leveduras, algas e, quando eu tive muita sorte, protozoários como ameba e paramecium. Apesar das frustrações, o microscópio era de grande valor para mim, por ter estimulado a minha curiosidade bem como por ter sido um instrumento óptico cujo funcionamento eu chegaria a entender e ensinar décadas depois.

O laboratório de eletrônica era uma maravilha. Já com aproximadamente oito anos de idade eu comecei a aprender sobre resistência, capacitância, antenas, células solares, e fiquei muito impressionado ao montar uma rádio de cristal que pegava a estação local WRSW mesmo sem pilhas. O conjunto até tinha transistores, algo relativamente novo da época, cujo funcionamento eu só chegaria a entender décadas depois. Obviamente esse laboratório foi de importância inestimável para me levar a estudar eletrônica em detalhe no colégio e na universidade.

Também era o auge da Guerra Fria e a grande Corrida no Espaço entre os EUA e a União Soviética. Eu lembro muito bem do meu pai nos tirando da cama na noite de 21 de julho de 1969, para assistir as transmissões na televisão de Neil Armstrong pisando na Lua. Estou eternamente agradecido ao meu pai por ter feito isso, pois além de ter testemunhado o evento tecnológico mais histórico do século 20, era o início do meu interesse em astronomia, o bem conhecido portal de muitas pessoas para estudos posteriores em física.

Alguns anos mais tarde, meu pequeno telescópio, com objetiva de talvez 35 mm e distância focal de talvez 500 mm, se virou meu melhor amigo. Eu o usava para observar a Lua, na esperança ingênua de ver Tranquility Base ou ETs, ver estrelas binárias como Mizar e Alcor em Ursa Major, e tentar achar galáxias e nebulosas (só consegui ver Andrômeda anos depois, no deserto da Arizona, de olho nu). O telescópio foi difícil e desconfortável de usar, por não ter prisma diagonal na ocular e ter somente um pequeno tripé que necessitava de uma

mesa. Mas nada que vale a pena é fácil e eu não desisti. Fiquei sentado ou deitado no gramado tentando.

Aproveitei tanto do telescópio que eu o destruí. Eu li no manual do usuário que tinha uma garantia vitalícia contra defeitos da fábrica, então eu escrevi uma carta no meu próprio punho detalhando todos os “defeitos da fábrica”, o embalei com cuidado e enviei à Tasco. Fui muito bem surpreendido alguns meses depois com a chegada de um telescópio novo nos correios. Foi uma das minhas primeiras experiências bem-sucedidas, com aproximadamente 10 anos de idade, de correr atrás de algo desejado para consegui-la.

Além de usar meu telescópio, eu procurava constelações de olho nu, e cheguei a identificar vários que eu ainda reconheço. Eu deitava na gramada do quintal das noites frescas e úmidas de agosto para observar a chuva de meteoros Perseidas, algo que eu continuo fazendo quando eu me lembro de fazer. Também aprendi desde cedo que chuvas de meteoros não são como nos filmes! Lancei e perdi mini foguetes de combustível da Estes, uma experiência que me serviu bem para fazer isso hoje como atividade de divulgação científica em parceria com Roberto de Paula da Boa Vista Modelismo – Bandeirante (www.boavistamodelismo.com.br). Minha infância como cientista era fantástica.

Eu também era famoso como *nerd* na minha escola, Madison Elementary School. Fui o último da turma do terceiro ano para decorar a tabuada, mas só tirei conceito A em cada disciplina, cada semestre. No quarto ou quinto ano do ensino fundamental, meu melhor amigo da turma e também fã de *Star Trek*, Jeff Craddock, me aproximou com uma proposta. Ele perguntou, “*Can you make a laser for me?*” E eu respondi, “*I can try!*” ou algo do gênero. Aquela tarde, empolgado com a ideia, eu corri para casa e puxei “L” do *World Book Encyclopedia*, para ver o que era um laser na realidade e avaliar o projeto.

Lá eu encontrei um texto bem escrito acompanhado de um desenho do primeiro laser, do Theodore Maiman da Hughes Laboratories, EUA. Fiquei fascinado com a ideia que um bastão de rubi, excitado pela luz de uma lâmpada flash, poderia emitir luz laser. Nunca imaginei que cristais eram responsáveis pela emissão da luz de um laser, que a luz branca da lâmpada poderia ser concentrada no rubi e convertida num feixe bem definido e extremamente potente de luz vermelha. Imediatamente eu chamei Jeff para minha casa para conversar sobre nosso projeto. Perguntei se ele tinha dinheiro para comprar um bastão de rubi, pois era a chave de tudo. A resposta, claramente, foi negativa.

Era meu primeiro “estudo” sobre lasers, que obviamente marcou minha vida e colocou a primeira pedra para trilhar o caminho até onde me encontro hoje. Instalou uma curiosidade e interesse em lasers, e as interações da luz com a matéria, especialmente cristais, que guiou

minha trajetória acadêmica e profissional desde. Também me ensino que pesquisa e desenvolvimento custam, em geral, muito dinheiro, e nem sempre podemos fazer exatamente o que queremos. Mas que isto não significa que não deveríamos estudar e tentar.

1.2 As Primeiras Conquistas Escolares

Em 1975, com 12 anos de idade, me progredi para o Warsaw Middle School, onde cursei o sétimo e oitavo ano. Middle School é uma ponte, uma transição suave, entre o lúdico do ensino fundamental e o “sério” do ensino médio. Também é onde a separação de alunos por desempenho acadêmico e interesses começa a ser realizada pelos gestores escolares. Estudei nas turmas mais aceleradas de matemática e inglês, e também estudei “artes industriais”, aprendendo a trabalhar com madeira, plásticos, e metal. Lá imprimi minhas primeiras cartas de visita usando uma máquina de imprensa, porém ainda sem as três letras no final do nome. Tirei conceito A em todas as disciplinas, recebendo honras escolares em cada ano.

No primeiro (*freshman*) ano do ensino médio (nono ano no Brasil), no Warsaw Freshman High School, eu comecei a estudar minha primeira língua estrangeira, latim. Mais uma vez, meus pais me orientaram a fazer isso, apesar dos meus amigos achando que eu era doido, pois reconheceram o valor de latim para uma carreira científica. Mas não era só isso, pois eu achei a ideia legal, diferente, erudito, algo apropriado para um futuro Ph.D. Eu nunca imaginei que latim seria tão útil na minha vida acadêmica e profissional, usando ele anos mais tarde para aprender novos idiomas com muito mais facilidade. Infelizmente latim foi retirado do currículo dois anos mais tarde, por falta de demanda, que é quando eu fiz a transição para espanhol.

Eu também levei outro choque de realidade importante naquele ano, quando tirei conceito B+ em Educação Física, que agora contava na média semestral e baixava minha média semestral (*grade point average*, GPA) de uma perfeita 4,0 para 3,8. Furioso, eu fui reclamar à Coordenadora Geral que a Educação Física não deveria contar na GPA por não ser uma “disciplina de verdade”. Ela imediatamente me corrigiu, muito corretamente, explicando que a mentalidade de que a Educação Física era somente para os atletas tinha acabada, e que todo tipo de aprendizagem era válido.

Nos EUA a física não é estudada em todos os anos do ensino médio, porém é comum ter uma disciplina de ciências. No primeiro ano a disciplina de ciências para aqueles alunos no trilho preparatório para universidade era Biologia. No segundo (*sophomore*) ano, o ano letivo 1978-1979, no Warsaw Community High School, eu finalmente achei meu lugar,

cursando a disciplina de Física ministrada pelo professor Mr. Silas Howard. Eu estava no céu! Eu adorava fazer os problemas, e em várias ocasiões fui chamado para o quadro para resolver problemas que o Mr. Howard não conseguiu resolver, pelo menos foi o que eu achei no momento. Se eu me recordo bem, estudamos de vetores até noções de física moderna em um ano. Superficialmente, obviamente, porém houve aprendizagem significativa.

Enfim, eu já sabia o que eu queria ser quando crescer, um físico. Pensei em física nuclear, que era muito procurada na época. Quase por definição, quando alguém falava de físicos, todos pensavam em físicos nucleares. Mais uma vez, meu pai, na sua sabedoria infinita, me falou sobre óptica, dizendo que estava crescendo rapidamente em importância tecnológica, com o desenvolvimento na época de LEDs vermelhos confiáveis e de baixo custo, displays de cristal líquido, fibras ópticas, e lasers de vários tipos e suas aplicações. Eu me lembrei do Jeff Craddock e nosso projeto frustrado do laser. Ao mesmo tempo, minha mãe queria que eu estudasse medicina, e eu me lembrei do meu microscópio e conjunto de dissecação. A física ganhou.

Naquele mesmo ano, eu comecei a estudar eletrônica no colégio, saindo do trilho preparatório para universidade para cursá-la na equivalente da escola técnica (no mesmo prédio) ministrado pelo professor Mr. Stan Lutes. Estudei eletrônica nos três anos no Warsaw Community High School. Aprendemos sobre circuitos resistivos, capacitivos, indutivos, reatância, impedância, circuitos RC, RLC e filtros, diodos e transistores. Montamos kits como multímetros, fontes de corrente contínua e amplificadores de áudio para usar com os toca-fitas “8-track” nos nossos carros. Até estudamos tubos de vácuo. E, o Mr. Lutes possuiu um laser de hélio-neônio! Infelizmente, o laser não funcionava. Eu implorei a ele para consertá-lo, mas ele garantiu que o problema estava no tubo, pois o “getter” no interior era oxidado. Mas tudo bem, eu tinha aprendido algo importante sobre um laser verdadeiro, um laser que não precisava de um cristal de rubi.

Eu também percebi que as duas disciplinas que eu amava, física e eletrônica, andavam juntos. Da mesma forma que a Educação Física era para todos, não existia a dicotomia entre o preparatório para universidade e a escola técnica. Por outro lado, fiquei confuso entre duas profissões. Seria melhor cursar física ou engenharia elétrica para estudar óptica e lasers? Esse dilema foi resolvido ao chegar à faculdade, como veremos no Capítulo 2.

Em 1979, no verão entre o segundo e terceiro ano eu tive a oportunidade ímpar de passar duas semanas numa escola de verão de física para alunos talentosos, na Indiana State University, em Terre Haute, Indiana, aproximadamente 300 km distante de Warsaw. Mais uma vez, meus pais se sacrificaram e investiram em minha formação. Além de ser minha

primeira experiência de relativamente longo tempo fora de casa, era meu primeiro contato com o mundo universitário, com professores doutores, e com experimentos e equipamentos mais sofisticados do que no colégio. Não me lembro de exatamente o que fizemos: experimentos de calorimetria, medida da constante solar, astronomia, talvez radioatividade, todos aproximadamente do nível do ciclo básico universitário. E, finalmente, vi um laser de HeNe funcionando! Além de ser impressionado com a intensidade e colimação do feixe, achei fascinante o fenômeno de speckle, algo muito lindo a observar.

Depois da escola de verão na ISU entrei muito animado no terceiro (*junior*) ano, e aproveitei de todas as oportunidades para avançar academicamente e cientificamente. Como dito anteriormente, não tinha um segundo ano de Física, mas tinha a disciplina de Química. Gostei muito, me lembrando das minhas brincadeiras infantis com o conjunto de química do meu pai. Apliquei a aprendizagem da disciplina, especialmente as técnicas de coleta de gás, junto com o conjunto de química em casa, para fabricar, vender, e, claro, soltar bombas de fedor no colégio, baseadas em H_2S . Foi um milagre feliz de não ter sido expulso do colégio, pois se fosse hoje, eu seria preso por terrorismo pelos atos cometidos.

Também continuei estudando física, informalmente. Li tudo que eu poderia achar sobre a disciplina. Meus livros favoritos eram de George Gamow. Cursei uma disciplina de redação e, em vez de discursar sobre relações estadunidenses-soviéticas ou as políticas econômicas do Presidente Jimmy Carter, eu escrevi aproximadamente 15 páginas sobre a busca por ondas gravitacionais sendo realizado na época por Joseph Weber. A professora passou a redação para o noivo dela, que estava cursando um mestrado em física, para correção. Eu gostaria muito de ainda ter aquela redação; talvez ainda exista na casa do meu irmão em Indiana. O texto deveria estar cheia de bobagens, mas me lembro claramente de ter discutido que as ondas gravitacionais eram uma forma e radiação de quadrupolo e não dipolar como a luz, completo com desenhos, sem realmente entender o que eu estava dizendo. Era uma alegria enorme de finalmente estudar e entender tais assuntos anos depois na universidade. Também senti muita alegria com publicação da descoberta definitiva das ondas em 2016.

No verão entre o terceiro e quarto ano, em 1980, eu tive mais uma experiência fantástica. Fui selecionado para participar de outra escola de verão, um tipo de iniciação científica, esta vez no altamente conceituado Rose-Hulman Institute of Technology, também, coincidentemente, em Terre Haute. O projeto era chamado de “T.I.P. – The Iceberg Project”, pois o intuito era de explorar o ponto do iceberg em física, matemática e computação, lembrando que haja muito mais gelo escondido por baixo da superfície da água. As duas

semanas não começaram bem, pois as primeiras aulas eram sobre programação em BASIC no poderoso PDP 11/70. Apesar da minha educação no Warsaw Community High School ter sido excelente em geral até aquele momento, o colégio não possuía de nenhum computador para o uso dos alunos, e a minha família não teve as condições financeiras para comprar um Tandy TRS-80. Enquanto isso, eu estava jogado no meio de adolescentes talentosos do país inteiro que já tinham estudado programação. Foi mais um choque de realidade importante na minha vida. Em Warsaw, eu era “o cara”, enquanto no T.I.P., eu era ninguém. Foi uma lição importantíssima em humildade, que me sirva até hoje.

Mais uma vez meu pai me incentivou de continuar, de não desistir, e as duas semanas eram fantásticas. Percebi que aquelas primeiras aulas de programação eram um caso do professor se empolgando com o aluno destaque da turma e não era a regra. Diferentemente da escola de verão na ISU, com experimentos relativamente simples, o T.I.P. era baseado na realização de algum projeto, com equipes e relatórios finais, e usando equipamento de ponta. Além de fazer holografia, que me encantou imensamente, entrei num projeto de espectroscopia por raios gama, ativação por nêutrons e fluorescência de raios X, com a orientação do Prof. Dr. Granvil Kyker, especialista em física nuclear. Fomos dados um pedaço de metal parecido ao alumínio, extremamente leve, porém duro, quase impossível de cortar com uma serra de fita, proveniente da asa de um bombardeiro Rockwell B-1, um avião desenvolvido poucos anos anteriores. A meta era de analisar a sua composição. Descobrimos que era uma liga de elementos metálicos, obviamente, com o maior componente sendo um novo e misterioso elemento para nós, o titânio. Com somente 17 anos, eu estava muito feliz em estar virando um “físico de verdade”. Eu também estava iniciando minha trajetória acadêmica futura, sem saber.

Naquele mesmo verão, eu fui um dos poucos no estado de ser honrado para participar do programa “Hoosier Boys State” da American Legion (uma sociedade fraternal de veteranos de guerra). Longe de ser um programa de física, era uma semana de exercício em governança e cidadania, onde simulamos partidos políticos, candidaturas, campanhas e eleições para todos os níveis do governo estadual. Não me lembro do nome do garoto, mas sei que o candidato para quem eu trabalhava ganhou a eleição para “governador”. Foi uma experiência bem diferente e valiosa para mim, o nascente físico.

O quarto (*senior*) e último ano de ensino médio era menos empolgante em termos de física, pois a disciplina de ciência era “Ciência Avançada”, sendo três meses de física avançada, três de química orgânica e três de biologia marinha. A física avançada se resumiu a ciências da Terra, geologia e a identificação de pedras. Sempre gostei de geologia e pedras,

então não foi uma decepção total, mas não foi exatamente o que eu almejava no último ano de ensino médio. Eu me lembro de que o professor nos orientou de usar todos nossos sentidos nas investigações científicas, incluindo paladar, e a turma ficou lambendo pedras como parte da sua identificação. Isto foi compensado pela disciplina mais interessante do quarto ano, Cálculo Diferencial e Integral, que me preparou muito bem para o primeiro ano da faculdade.

Terminei o ensino médio em 1981, sendo laureado com vários prêmios e honras devido ao meu desempenho acadêmico, incluindo:

- Top 10 (quinto lugar de aproximadamente 300 concluintes; Educação Física pesou mais uma vez)
- Melhor Aluno de Ciência
- Melhor Aluno de Artes Industriais – Eletrônica
- Eleito à sociedade honorária Kappa Kappa Kappa
- Diploma de Mérito em Espanhol
- Honras acadêmicas em cada ano e o direito de usar “cordas de honra” na colação de grau (GPA de 3,6 ou mais)
- Bolsa de Estudos da Zimmer Bristol-Myers

O último ano também foi o momento de concorrer vagas nas faculdades e universidades, e para finalmente decidir em qual curso eu ia estudar. Enviei aplicações a várias instituições próximas para cursar o bacharelado em física, sendo aceito em todas, incluindo as universidades públicas Purdue University e Indiana University e a faculdade particular Rose-Hulman Institute of Technology, onde eu tinha participado do T.I.P. no verão anterior. Tendo sido agraciado com a generosa bolsa Zimmer Bristol-Myers, e ao saber que era possível fazer dois cursos de bacharelado no mesmo tempo em quatro anos, decidi definitivamente pelo Rose-Hulman Institute of Technology, para estudar física e engenharia elétrica simultaneamente numa faculdade privada pequena de excelente qualidade, relativamente perto do Warsaw. Foi uma das melhores decisões da minha vida.

CAPÍTULO 2

VIRANDO UM FÍSICO DE VERDADE

Eu não me lembro do que eu fiz no verão de 1981, depois de ter terminado o ensino médio. Eu não estudei ou trabalhei, infelizmente. Minha formação no ensino médio era sólida, e eu estava pronto para enfrentar os próximos desafios acadêmicos. Neste capítulo eu relato os acontecimentos, desafios e conquistas principais da minha formação universitária, da graduação até finalmente ter aquelas três letras depois do meu nome.

2.1 Quase meu Quintal - Rose-Hulman Institute of Technology

O Rose-Hulman Institute of Technology (RHIT, www.rose-hulman.edu) é uma faculdade privada pequena localizado em Terre Haute, Indiana, EUA, que oferece cursos de bacharelado em ciências exatas e engenharia. O RHIT se destaca como uma das melhores instituições de ensino superior em ciência e engenharia no nível de graduação nos EUA. Naquela época, o RHIT sempre apareceu no topo do *ranking* das universidades de engenharia sem programas de doutorado da revista “U.S. News and World Report”, um reconhecimento impressionante da qualidade educacional que continua até hoje [1].

Aproximadamente 1200 alunos em total cursavam nos quatro anos de graduação, e curiosamente, éramos todos homens, pois o RHIT somente aceitou discentes mulheres a partir dos anos 1990. Na mesma época a faculdade começou a ofertar alguns programas de mestrado nas exatas e engenharia, com Engenharia Óptica entre os primeiros. Com uma razão de alunos:professores de aproximadamente 10:1, obviamente menor em física, o RHIT proporcionou um ambiente ideal para estudos no nível de graduação, com ensino personalizado e professores altamente capacitados, quase todos com doutorado, onde professores conheceram os alunos pelo nome, e tarefas de casa eram passadas e corrigidas quase que diariamente. Era uma realidade bem distante das turmas de Física 101 ministradas por alunos de pós-graduação, com cem alunos num auditório, que são facilmente encontradas nas grandes universidades públicas.

A flexibilidade das regras de ensino superior nos EUA, com matrizes curriculares contendo muitas disciplinas optativas, junto com uma dupla contagem de carga horária, permitiu cursar dois ou mais bacharelados simultaneamente, desde que cursava uma ou duas

disciplinas a mais por trimestre. Então eu me matriculei imediatamente no programa de estudos de dupla titulação em física e engenharia elétrica.

Eu cheguei ao RHIT muito confiante e pronto para mergulhar nos mundos de física e eletrônica. Lá eu tive a honra e prazer de aprender com excelentes professores de física como Prof. Dr. William Deutschman, Prof. Dr. Granvil Kyker, Prof. Dr. Michael Moloney, Prof. Dr. Jerome Wagner, Prof. Dr. Brij Khorana e Prof. Dr. Robert Bunch, estes últimos três sendo responsáveis por minha formação em óptica; professores de engenharia elétrica de destaque como Prof. Dr. Carlos Trevino e Prof. Dr. David Voltmer; sem falar de professores de outras disciplinas que marcaram minha vida, como Prof. Dr. William Pickett de história americana, que me convidou para ajudar com pesquisas de fontes primárias do presidente Dwight D. Eisenhower, recém-adquiridas do Arquivo Nacional, um convite que eu me arrependo de ter declinado.

Devido à minha nota na seção de habilidades verbais do exame nacional para entrada em cursos superiores (Scholastic Aptitude Test, SAT), eu fui um dos poucos dispensados da disciplina obrigatória Literatura e Redação, e através de uma prova entrei na disciplina Química Honras, cursando Química I e II em um único trimestre. Minha confiança me traiu quando fiz uma prova sem estudar para dispensar Cálculo I. Reconheci muita coisa na prova, como derivadas e integrais de seno e cosseno, mas nada saiu da cabeça e entreguei a prova em branco depois de alguns minutos. Mas eu tratei essa pequena derrota como uma boa oportunidade, para repetir cálculo e solidificar meus conhecimentos e habilidades em matemática.

O custo de estudar no RHIT era aproximadamente 8000 USD por ano, quantia que deveria ter sido uma boa parte, se não mais, do salário anual dos meus pais. Consegui arcar com as despesas graças à bolsa Zimmer Bristol-Myers que eu recebi pelo desempenho no ensino médio, bolsas da própria instituição, bolsas de sociedades profissionais, emprego como monitor, empréstimos estudantis, e, claro, muito apoio dos meus pais.

Senti muita pressão para conseguir excelentes notas e manter as bolsas. Eu também sofri de uma concorrência contra mim mesmo, de manter conceito A em tudo como eu fiz no ensino básico (Educação Física não era mais obrigatória...). Porém eu não estava mais em Warsaw; agora eu estava cercado por outros jovens talentosos e ambiciosos do país inteiro, numa faculdade pequena e extremamente exigente. No final do primeiro trimestre, eu já tinha recebido conceitos A em todas as disciplinas exceto Honors Chemistry, onde só faltava a prova final (geralmente obrigatória nos EUA). Pareceu impossível, pois eu precisava quase fechar a prova final para tirar A, mas eu me falei "*I can do this!*". Estudei o final de semana

todo, nem uma cervejinha, e tirei o A raspando. Eu consegui manter a GPA de 4,0 por 5 trimestres seguidos, até tirar um B+ em uma disciplina. O alívio da pressão de tirar só conceito A me fez bem.

Não era somente estudo naquele primeiro trimestre. Também era o momento das fraternidades sociais realizarem festas e outras atividades para atrair novos irmãos. Eu me identifiquei com a fraternidade Theta Xi, virei *pledge* (aspirante) e fui iniciado no final do primeiro ano. E sim, era tudo muito parecido às cenas dos filmes americanos. Eu me diverti muito durante os quatro anos na Theta Xi, pois forneceu um excelente equilíbrio contra o estresse e pressão dos estudos, sem falar dos laços de amizade e irmandade que foram forjados e continuam até hoje. Porém não era só brincadeira, pois éramos os responsáveis por tudo: manter a casa que era própria, pagar as despesas como óleo diesel para o sistema de aquecimento contra os invernos pesados (me lembro de um com sensação térmica de -40°C), e comprar e preparar os alimentos. Eu tive a honra de ser eleito para a presidência da fraternidade em 1984, um cargo que eu exerci com muito zelo e responsabilidade por um ano e meio. A experiência foi marcante e valiosa para mim, pois me ensinou a viver com pessoas de várias mentalidades e estilos de vida, de transitar entre os mundos acadêmico e social, de lidar com a administração da universidade e às vezes a polícia ou oficiais da justiça. Houve certo custo em termos do meu desempenho acadêmico nas disciplinas, mas a experiência adquirida valeu muito mais do que os conceitos A deixados para o lado.

No verão de 1982, entre os anos *freshman* e *sophomore*, eu tive a felicidade de ser contratado para trabalhar na empresa Zimmer, Inc., onde meu pai era torneiro mecânico, e a mesma que financiava minha bolsa de estudos no RHIT. Eu tinha trabalhado muito desde pequeno, como *paperboy*, cortando grama no verão e retirando neve das calçadas no inverno, mas isso era meu primeiro emprego formal, e eu fui extático. Fui lotado como assistente de pesquisa no Laboratório de Polímeros, sob a orientação do Dr. Howard Price. Um dos meus projetos era de realizar testes de resistência de próteses de quadril feitas de polietileno, mergulhando as mesmas em béqueres cheios de solventes puros como acetona, metanol, etanol e DMSO, até rachar. Outro era de testar reações químicas com polímeros em solução que geravam uma espuma que quando seca atuava como uma esponja, na tentativa de fabricar novas esponjas cirúrgicas de baixo custo. O projeto mais interessante e de que eu tenho orgulho era de desenvolver e testar um sistema de detecção de defeitos em próteses de joelho fabricadas de um composto de fibras de carbono e polietileno, usando transdutores ultrassônicos e um osciloscópio. Foi uma excelente aplicação dos conhecimentos e habilidades adquiridos no primeiro ano no RHIT. O Dr. Price ficou surpreso quando eu

consegui identificar e localizar quase todos os defeitos em amostras de controle, com poucos falsos positivos. Fui informado mais tarde que a técnica foi aprimorada e implantada no setor de controle de qualidade da empresa, porém eu não posso verificar tal afirmação. A experiência no Laboratório de Polímeros foi muito importante para mim, o jovem físico em formação, para adquirir experiência industrial, colocar teoria em prática, e adquirir novos conhecimentos para ampliar meu repertório científico. Estou eternamente grato ao Dr. Price e a empresa Zimmer pela oportunidade.

No outono eu voltei aos meus estudos nos cursos de física e engenharia elétrica e as atividades na Theta Xi. Finalmente no final do ano *sophomore* eu cursei minha primeira disciplina optativa de óptica, estudando óptica geométrica e óptica matricial, bem como óptica física. A disciplina marcava o início de uma nova era no Departamento de Física do RHIT, com a contratação do Prof. Dr. Roberto Bunch e a implantação de novas disciplinas em óptica. Minha turma foi a primeira de ter a possibilidade de cursar um *minor* (concentração) em Óptica Aplicada, com disciplinas dificilmente encontradas num curso de bacharelado em física, tais como Óptica Integrada, Óptica de Fourier, Fibras Ópticas, e Física de Lasers, que eu cursei ao longo dos dois anos seguintes. Na minha memória, a única universidade norte-americana com um curso de graduação em óptica era a University of Rochester, em New York, então um *minor* em óptica já era uma grande novidade. Hoje em dia existem várias universidades com bacharelados em óptica ou engenharia óptica, incluindo o próprio RHIT, que estava na vanguarda em 1983.

Além dos estudos, eu tive a oportunidade de realizar atividades de ensino, atuando como monitor nos laboratório de ensino de física básica de 1983 a 1985. No verão de 1983 eu fui contratado para atuar como monitor do T.I.P., The Iceberg Project, o mesmo projeto em que eu tinha participado durante o ensino médio. Ajudei nos laboratórios, ministrei aulas de reforço em matemática e cálculo, e fui encarregado para ficar na residência estudantil e monitorar os adolescentes participantes. Foi minha primeira experiência com o ensino, e eu adorei. Também foi a primeira vez que eu senti a grande satisfação de trabalhar com pessoas e não somente com equipamentos e amostras.

Infelizmente o T.I.P. foi cancelado no ano seguinte. Porém eu passei o verão trabalhando no novo laboratório de pesquisa em óptica. Entre as atividades variadas, eu aprendi a alinhar um filtro espacial de feixe, montei e testei experimentos de óptica de Fourier e filtragem óptica para serem aplicados na disciplina, montei e testei experimentos novos de medição de vibração usando speckle, e ajudei o Dr. Bunch com as pesquisas dele de espalhamento de luz em cristais. Cheguei a usar um pequeno laser pulsado de nitrogênio

emitindo na UV para bombear um laser de corante sintonizável. Foi minha primeira experiência com lasers que não eram de HeNe, e o laser de corante era grande novidade para mim, pois eu pensava que lasers só emitem numa única frequência. O laser pulsado também permitiu montar um experimento da medição da velocidade da luz. Eu estava no céu.

O RHIT tinha (deveria ter ainda) uma filosofia diferenciada sobre cursos de bacharelado, exigindo que os alunos cursem 10 disciplinas nas humanidades e ciências sociais, algo inexistente num bacharelado em exatas ou engenharia no Brasil. Eu achei horrível no início, mas logo entendi o grande valor desse currículo e hoje sou um grande defensor da ideia. No primeiro ano cursei três trimestres de alemão, com o intuito de realizar o programa de certificação como tradutor técnico. Percebi que não ia dar certo, com meus compromissos acadêmicos e extracurriculares e desisti. Cursei disciplinas variadas como Psicologia, Sexualidade Humana, História Americana, História da Rússia, e Contabilidade de Gestão. Agradeço o RHIT por ter me obrigado a cursar essas disciplinas, abrir minha mente e ampliar meus conhecimentos do mundo fora no laboratório.

Terminei meus estudos nos dois cursos em 1985, recebendo a dupla titulação de Bacharel em Física e Bacharel em Engenharia Elétrica. Ambos os diplomas foram reconhecidos na UFPE em 2004. Eu me formei laureado *magna cum laude*, com uma GPA de 3,837 (de 4,0), me colocando em décimo oitavo lugar de 291 concluintes. Eu certamente poderia ter feito melhor, mas fiquei muito satisfeito e achei muito mais do que suficiente, sem falar do valor inestimável da minha participação em outras atividades fora das disciplinas. Meu único conceito C foi em Managerial Accounting no último trimestre do curso, fator agravante para não receber a láurea *summa cum laude* (GPA maior que 3,9). Era tanta surpresa que os diplomas já tinham sido impressos com *summa cum laude* e aparentemente foram corrigidos com corretivo logo antes da colação do grau. Não me arrependo de nada.

Além da láurea eu recebi vários prêmios e reconhecimentos ao longo dos quatro anos, incluindo:

- Honras da turma, 1981-1985
- Bolsa da Zimmer Bristol-Myers, 1981-1985
- C. Leroy Mason Memorial Award (Outstanding Sophomore Physics Major), 1983
- Eleito à Tau Beta Pi Engineering Honorary Society, 1983
- Bolsa da SPIE Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, 1984

- John W. Rhee Memorial Award (Outstanding Senior Physics Major), 1985

A passagem pelo RHIT foi primordial para minha formação em física, óptica e eletrônica, bem como meu crescimento como ser humano. Tenho um lugar reservado no coração para a instituição e todas as pessoas que compartilharam e contribuíram para minha experiência acadêmica e social.

2.2 Um Oásis no Deserto - Optical Sciences Center, University of Arizona

O último ano no RHIT também foi o momento de escolher e planejar o próximo passo acadêmico. Enquanto meus colegas faziam entrevistas com empresas de grande porte como Hewlett-Packard, Xerox, Texas Instruments, para ganhar pequenas fortunas com 22 anos de idade, ou até com a CIA para ter uma vida de James Bond, eu já sabia que eu precisava realizar uma pós-graduação em óptica e fotônica. As possibilidades eram de fazer uma pós em física ou em engenharia elétrica, sendo orientado por alguém atuando na área. Considerei Profa. Dra. Elsa Garmire na University of Southern California e Prof. Dr. Amnon Yariv na California Institute of Technology. Qualquer um dos dois teria sido uma excelente escolha, obviamente. Porém percebi que aquela escolha não era minha, era do orientador. Também sabia que eu não queria fazer um doutorado nem em física nem em engenharia elétrica, queria estudar óptica, ponto final. Então eu fiquei com três opções: O Institute of Optics da University of Rochester em New York, o Optical Sciences Center (hoje chamado James C. Wyant College of Optical Sciences) da University of Arizona (UA) em Tucson, e um novo programa na University de Dayton em Ohio.

Descartei a University of Dayton por ser um programa muito novo e também na mesma região do país; eu queria sair da zona de conforto e do meio-oeste. Fui aceito no mestrado em física na University of Southern California, junto com um amigo saxofonista e físico Phil Moore, como plano B. Fui aceito com *fellowship* (bolsa integral sem contrapartida de trabalho) no mestrado da University of Rochester e aguardava ansiosamente a resposta da University of Arizona. Enquanto eu aguardava a Arizona, eu tentei várias vezes ligar (com moedas e orelhão) para o professor responsável da University of Rochester até finalmente ter uma conversa bastante desagradável com ele na véspera do prazo para aceitar, eu sendo acusado de estar mais preocupado com o valor da bolsa do que com a qualidade do programa. Dr. Khorana, o Diretor do Departamento de Física do RHIT, ficou furioso no dia seguinte quando eu falei que eu não ia aceitar na Rochester, que eu aguardaria a decisão da Arizona.

Ele me chamou de doido, irresponsável, talvez eu seja mesmo. Mas eu tinha tomada a minha decisão, era Arizona e ponto final. Posso demorar bastante em tomar uma decisão, mas uma vez tomada, é só para frente. Sem falar da diferença de qualidade de vida, que sempre foi um fator importante nas minhas decisões, entre Rochester e seus metros de neve no inverno e Tucson, com seus 360 dias de sol por ano. A alegria chegou logo depois ao receber o aceite com bolsa de assistente em pesquisa no programa de Mestrado em Ciências Ópticas no Optical Sciences Center (OSC) da University of Arizona (UA).

Em agosto de 1985 eu comprei um Chevrolet Malibu Classic ano 1976 da minha avó, coloquei meus poucos pertences na mala espaçosa e atravessei o país com meu pai, numa viagem maravilhosa de quatro dias. Eu nunca tinha viajado tão longe de casa. Fiquei encantado com a beleza geológica do oeste do país, comparado com as fazendas planas do meio-oeste. Adorei o Deserto de Sonora e seus famosos cactos com braços levantados e as montanhas que saírem do chão do deserto como enormes sentinelas. Chamei o deserto “a superfície do Marte” por ser tão diferente, estranho, para mim.

Chegamos a Tucson, na época com aproximadamente 500 mil habitantes, um verdadeiro metrópole para mim, e aluguei meu primeiro apartamento, um estúdio com cozinha americana, claro. No dia seguinte levei meu pai para o aeroporto e nós nos despedimos. Eu estava sozinho, 3000 km distante das minhas origens, num lugar surreal, sem conhecer ninguém. Eu adorava a sensação!

A primeira vez no OSC e levei uma multa por estacionar no estacionamento enorme na frente do prédio sem ter o adesivo pago no carro. Eu não sabia absolutamente nada de grandes universidades em cidades grandes. Eu me instalei no meu cubículo e rapidamente conheci colegas maravilhosas, sem falar de extremamente talentosos, como Tim Curry, Boris Venet, Bob Sprague, Bill Banyai, William Torruellas, Alain Villeneuve, Gaetano Assanto, Kent Rochford (atual CEO da SPIE), Ken Meisner (atual Dean de Engenharia da University of Texas El Paso), e Maggie Whitney do setor editorial (atual esposa do Prof. Dr. Glenn Boreman da University of North Carolina, que aparecerá mais adiante nesse memorial), entre inúmeras outras pessoas que marcaram e continuam marcando minha vida.

Aos poucos conheci e estudei com professores renomados como Prof. Dr. Jack Gaskill, expert em óptica de Fourier e Coordenador do programa, Prof. Dr. Roland Shack, expert em óptica geométrica e aberrações, Prof. Dr. Bernie Seraphin, expert em física do estado sólido, Prof. Dr. James Wyant, expert em interferometria, Prof. Dr. Agnus Macleod, expert em filmes finos, Prof. Dr. Nasser Peyghambarian, experto em óptica não linear, Prof. Dr. George Stegeman, expert em óptica não linear em guias de ondas, Prof. Dr. James J.

Burke, expert em fibras ópticas e coautor de um dos primeiros livros em fibras ópticas, entre muitos outros [2]. O OSC, de fato a cidade de Tucson, era literalmente um oásis intelectual e cultural no meio do Deserto de Sonora.

Tendo estudando no pequeno RHIT, sem programas de pós-graduação ou projetos de pesquisa, eu estava perdido. Descobri que a grande maioria dos meus colegas já estava matriculada no doutorado, enquanto eu no mestrado, pensando naturalmente que precisava fazer antes. Solicitei mudança para programa de doutorado e fui informado da necessidade de esperar um semestre. Tudo bem, eu era muito confiante que ia dar certo, e deu.

A maioria também tinha chegada com orientadores pré-arranjados. Eu estava TOTALMENTE perdido, e atrasado! Saí batendo em portas, falando com os professores de óptica não linear, e ninguém tinha vaga. Finalmente fui direcionado ao Prof. Dr. James J. Burke, que graciosamente me aceitou para estudar a grande novidade da época: acopladores direcionais não lineares em guias de ondas, para realizar chaveamento todo-óptico baseado no efeito Kerr. O sonho de todos era de, um dia, substituir chaveamento eletro-óptico com chaveamento todo-óptico.

Jim, como todos o chamavam, me pediu para ler e estudar o artigo seminal do assunto: S. M. Jensen, “The Nonlinear Coherent Coupler” [3]. Neste artigo Jensen resolve o sistema de duas equações diferenciais não lineares que descrevem os campos elétricos nos guias de onda em proximidade, acoplados pela onda evanescente, e mostra que o acoplador direcional não linear poderia ser utilizado com uma chave óptica baseada no efeito Kerr do material.

Eu não entendi de nada! Eu não sabia como resolver sistemas de equações diferenciais lineares acopladas, muito menos não lineares. Eu nunca tinha ouvido falar de uma integral elíptica. Eu não sabia o que era uma susceptibilidade não linear, o efeito Kerr, um índice de refração não linear. Eu realmente estava fora da minha zona do conforto, o pequeno cientista dotado do ensino fundamental, o aluno destaque do RHIT, agora perdido e confuso. Foi humilhante e, no final das contas, positivo.

Tudo bem, eu era experimental e não teórico. A proposta do Jim era de fabricar e testar um acoplador direcional não linear baseado em fibras ópticas com núcleos de vidro dopado com nanocristais dos semicondutores CdS, CdSe e CdTe, os mesmos vidros usados para filtros ópticos passa-alta em comprimento de onda (por exemplo, a série Schott OG e RG). Tais vidros tinham demonstrado bastante promessa para dispositivos não lineares, possuindo susceptibilidades não linearidades de terceira ordem $\chi^{(3)}$ ultrarrápidas (tempo de resposta de fentossegundos) e ordens de grandeza maior do que sílica, baixo custo, e facilidade de fabricação de guias de onda por troca iônica. Eu gostei da proposta, pois juntava

fibras ópticas, assunto que eu já dominava de certa forma, com óptica não linear, uma novidade para mim. Também envolveu a fabricação de dispositivos fotônicos, algo que me atraiu bastante.

Nós tínhamos acesso ao vidro dopado com semicondutores, porém não tínhamos a mínima infraestrutura para fabricar fibras ópticas. Isso tipicamente é feito com uma torre de puxamento de dezenas de metros de altura, sistemas de controle de temperatura do aquecimento da preforma de vidro, ajustes de tração e controle de velocidade de puxamento da fibra. Todos esses parâmetros são extremamente importantes para a fabricação de forma reproduzível de uma fibra óptica de qualidade.

Outra dificuldade enorme era a fabricação das preformas. Preformas de fibras ópticas para telecomunicações e outras aplicações são fabricadas usando a técnica de MOCVD, depositando vapor das componentes químicos no interior de um cilindro de sílica fundida, para realizar o perfil de índice de refração desejado. Tínhamos blocos de vidro dopado e tubos capilares de vidro soda lime e sílica fundida. Um vidreiro do Departamento de Química usou um maçarico para esquentar bastões cilíndricos do vidro dopado e as puxou manualmente para fazer uma “fibra” do diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro interno dos tubos capilares (da ordem de 0,5 mm). A fibra foi então inserida no tubo capilar para criar uma preforma *rod-in-tube*, uma tecnologia pré-MOCVD. Depois a preforma foi esquentada e puxada manualmente para fazer o produto final, uma fibra óptica com núcleo de vidro dopado com semicondutor e casca de vidro soda lime ou sílica fundida. Era um processo altamente artesanal.

O próximo desafio era de preparar as extremidades para acoplar luz no núcleo. Clivagem não funcionava bem devido ao diâmetro exagerado das fibras. Não possuíamos um sistema de polimento de vidro, então eu tentei polimento manual usando um apoio para segurar as fibras, cola e papel de lixa, sem bons resultados. Juntei fibras em tubos ou blocos maiores e tentei a mesma coisa, com mais sucesso. Consegui acoplar e transmitir luz das fibras, porém poucas eram monomodo, uma característica essencial. Montei um sistema de acoplamento de luz branca de uma lâmpada de xenônio com um monocromador e tubo fotomultiplicador para detecção, para medir as perdas de inserção e estimar a atenuação de propagação em função de comprimento de onda. Procurei dados nos meus cadernos de laboratório antigos ao escrever esse texto, mas não achei os valores. Eram certamente várias dezenas de dB/cm, enquanto a atenuação de uma fibra de telecomunicações é da ordem 0,2 dB/km. Em resumo, as fibras caseiras eram um desastre. E era só o início do processo, pois

para fazer um acoplador direcional, era necessário ter uma fibra com dois núcleos em proximidade, ou duas fibras polidas lateralmente em formato de D em proximidade.

Em 1986 participei como ouvinte da minha primeira conferência científica, a famosa Optical Fiber Communication Conference (OFC) em Atlanta, Geórgia. Fiquei chocado com os milhares de pessoas trabalhando no assunto e o nível técnico dos trabalhos e da tecnologia envolvida. Admito não ter entendido muita coisa científica, mas foi um incentivo enorme para continuar lutando contra as fibras dopadas. Também me lembro do clima agradável e energético do congresso, e a exibição tecnológica foi realmente impressionante. Eu nunca imaginei que 14 anos depois eu voltaria à OFC em Los Angeles com um trabalho *post-deadline* com Prof. Dr. Anderson Gomes e Prof. Dr. Joaquim Martins-Filho da UFPE.

Os trabalhos nas fibras caseiras continuaram sem muito sucesso. Em 1987 fui à University of Toronto – Mississauga, onde colegas do Jim, cujos nomes me escapam, infelizmente, possuíram uma torre de puxamento de fibras experimentais. Levei vários preformas de tamanhos e composições diferentes e puxamos fibra de verdade. Na continuação da missão levei as fibras para a AMP, Inc., em Harrisburg, Pennsylvania, onde preparamos corretamente as extremidades e medimos as perdas nas fibras. Apesar das fibras serem de excelente qualidade visual, as propriedades ópticas das mesmas permaneceram inadequadas. Descobrimos que o motivo era desvitrificação do vidro dopado, acompanhado da aglomeração dos nanocristais de semicondutor, devido às elevadas temperaturas usadas no puxamento, resultando em altíssimas perdas por espalhamento.

No mesmo ano, David Cotter, *et al*, da British Telecom publicaram os primeiros resultados de fibras ópticas multimodos com núcleos de vidro dopado com semicondutor, fabricados com preformas *rod-in-tube* [4]. Era parte do meu projeto realizado, porém usando a tecnologia e *know-how* da British Telecom. Resultados com fibras monomodos e suas não linearidades foram publicados pelo mesmo grupo em 1988. Quase que simultaneamente, Steve Friberg, *et al*, da Bell Labs, publicou os primeiros resultados de um acoplador direcional não linear usando uma fibra germanosilicato com dois núcleos, e Neil Finlayson, *et al*, do grupo de George Stegeman no próprio OSC demonstraram um acoplador direcional não linear em guias de onda nos mesmos vidros dopados [5, 6]. Acabou o jogo.

Fiquei abalado, claro. Mas percebi anos depois duas coisas importantes: 1) eu estava trabalhando num assunto altamente relevante tecnologicamente, pois se não fosse, não teria atraído grupos de pesquisadores famosos de British Telecom e Bell Labs, e 2) eu estava trabalhando sozinho, essencialmente numa garagem, eu não tinha como concorrer, e meus

resultados foram impressionantes considerando os desafios. Além disso, eu tinha aprendido muita física e óptica, algo que ninguém poderia tirar de mim.

Logo depois o grupo de George Stegeman desenvolveu figuras de mérito para chaves ópticas não lineares, comparando a susceptibilidade não linear com os coeficientes de absorção linear e multifotônica, chegando à conclusão de que os vidros dopados com semicondutor eram péssimos candidatos para dispositivos de chaveamento. Ironicamente, eles mostraram que um dos melhores sistemas é a própria fibra óptica de sílica.

Em paralelo com as pesquisas eu cursei as disciplinas do núcleo básico do doutorado em ciências ópticas e me preparei para o exame de qualificação do doutorado. Não gostando do programa da disciplina de eletromagnetismo ofertada pelo OSC, cursei Eletromagnetismo I e II no Departamento de Física, usando Jackson. Foi aquela famosa luta que todos nós conhecemos, e fiquei muito satisfeito com os conceitos A e B que eu recebi. Foi muito importante para minha formação, especialmente considerando a necessidade de ministrar eletromagnetismo no mestrado em Física Aplicada da UFRPE anos mais tarde. Eu me arrependo até hoje de ter jogado fora minhas notas de aula e resoluções das listas quando me mudei para a França.

Eu estava começando a me sentir frustrado e esgotado. Comecei a ter aquelas dúvidas sobre a continuação ou não dos meus estudos que muitos alunos de pós-graduação tenham. Talvez enquanto tomamos jarras de chope num pub, conversei com Jim sobre a possibilidade de, caso eu passasse no exame de qualificação, passar um verão fora com a promessa de voltar e continuar. Se eu não passasse, eu ia tirar o famoso “mestrado de consolação” e desistir. Estudei muito, incluindo assuntos que eu não tinha cursado, e fui surpreendido ao passar na prova escrita e semanas depois na prova oral. Por ter passado no exame, recebi o título de Mestrado em Ciências Ópticas sem a necessidade de escrever uma dissertação.

Aquele verão, de 1988, foi um dos melhores da minha vida até então. Fui contratado como monitor do acampamento de verão Camp Walt Whitman, em Pike, New Hampshire, em Nova Inglaterra, no outro canto do país. Coloquei minha mala no Chevy Malibu e a atravessei o país sozinho, 4000 km acompanhado de uma rádio AM. Parei em Warsaw para ver meus pais, obviamente. Passei o verão acampando, pescando, nadando, tentando aprender a jogar futebol (soccer), fazendo trilha nas White Mountains, dando aulas de astronomia, e, em princípio, monitorando os adolescentes na minha cabina. Conversei muito com os donos do acampamento, Bill e Jancy Dorfman, sobre meu doutorado, sobre as vontades de desistir, e sobre a possibilidade de ser professor de ensino médio. Eles me incentivaram de continuar e

terminar a todo custo. Foi um excelente conselho, exatamente o que eu precisava no momento. Em agosto eu peguei a estrada e novo e voltei à Tucson, renovado.

Voltei, mas também com um novo plano. A experiência no Camp Walt Whitman abriu meus olhos para a grande importância de trabalhar com pessoas, e certamente foi fundamental para minha decisão posterior de virar professor universitário. Com as disciplinas de óptica realizadas com sucesso, iniciei os estudos num novo programa do Departamento de Educação para licenciar portadores de diploma. Cursei três ou quatro disciplinas de educação até fui obrigado a interromper o curso, por motivos a serem explicados em breve.

Outra novidade ao voltar foi uma mudança de orientador. Comecei a ser orientado pelo Prof. Dr. George Stegeman, com a co-orientação do Jim Burke. Era outro mundo. Em vez de estar sozinho, de repente eu estava jogado num grupo de dezenas de alunos de pós-graduação, vários pós-docs do mundo inteiro, pesquisadores visitantes do exterior, e aproximadamente cinco laboratórios de pesquisa equipados com os melhores e mais sofisticados equipamentos da época: laser de argônio, laser de Nd:YAG Q-switched, laser de Nd:YAG modelocked (100 ps), laser de corante modelocked ultra-rápido (na época, 6 ps), laser de NaCl:OH centro de cor modelocked ultra-rápido (4 ps), um *streak camera*, câmeras no visível e infravermelho, visores infravermelhos, osciloscópios rápidos, detectores, milhares de componentes ópticos e optomecânicos, etc..

Eu não tinha projeto específico, então eu passei dois anos ajudando meus colegas mais experientes e aprendendo muitas técnicas de medição. Fui muito bem acompanhado e orientado pelos pós-docs Dr. Colin Seaton e Dr. Ewan Wright da Heriot-Watt University, Escócia, Dr. Victor Mizrahi, da University of Toronto, Canadá, e especialmente o Dr. Neil Finlayson da University of Glasgow, Escócia. Além do próprio George, tive a honra de interagir com ícones da óptica não linear e fibras ópticas, como Ulf Österberg, que descobriu a geração de segundo harmônico em fibras ópticas junto com o brasileiro Walter Margulis, e Roger Stolen da Bell Labs, o “pai” de óptica não linear em fibras. Era um grupo maravilhoso que me proporcionou tantos conhecimentos, não somente da óptica, mas também do mundo.

Neste intervalo eu trabalhei com Bill Banyai na construção de um interferômetro ativamente estabilizado capaz de medir defasagens não lineares da ordem de $\lambda/1000$, posteriormente usado para medidas diretas de defasagens não lineares em guias de onda canal. Com Gaetano Assanto realizei espectroscopia de “linhas m ” usando acopladores de prisma para medir as características (Δn e espessura) de guias de onda planares fabricados por troca iônica em vidros dopados com CdTe, uma técnica que eu repeti anos depois na UFPE.

O trabalho mais importante foi realizado em 1989 junto com Alain Villeneuve. Medimos o coeficiente de absorção de dois fótons β_2 em guias de onda canal fabricados no semicondutor $\text{In}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{As}$. Usamos um laser de centro de cor NaCl:OH sintonizável entre 1500 e 1650 nm, contemplando a nova banda C de telecomunicações ópticas que estava sendo explorada na época e continua como a banda principal hoje. O trabalho resultou na minha primeira publicação numa revista importante com revisão por pares, *Applied Physics Letters* [7].

Em 1990 recebemos uma notícia importantíssima do George que mudaria a vida do grupo inteiro: ele tinha aceitado uma posição de *endowed chair* no Center for Research in Electro-Optics and Lasers (CREOL) da University of Central Florida em Orlando, Flórida. Alguns alunos no final do doutorado ficariam em Tucson para terminar sob a orientação de pós-docs, enquanto outros, eu inclusive, poderiam acompanhar ele, ou mudar de orientador, ou desistir do curso. Nenhuma das opções era agradável para mim. Eu tinha motivos fortes para ficar em Tucson. Além de amar o local, eu tinha estabelecido amizades fortíssimas nos cinco anos, uma segunda família. Eu também estava na metade da minha licenciatura em física. Mudar de orientador de novo ou desistir era fora de questão. Depois de muita reflexão e cerveja, meu sangue de cigano venceu e eu decidi acompanhá-lo numa nova aventura.

2.3 Do Deserto ao Mangue - Center for Research in Electro-Optics and Lasers, University of Central Florida

Em agosto de 1990 eu joguei fora minhas notas e listas de eletromagnetismo pensando que eu nunca mais ia precisar, vendi muitas coisas pessoais, coloquei o restante no meu valente Chevy Malibu, me despedi da minha segunda família, dirigi até Phoenix para buscar um grande amigo desde RHIT, Joe Ziskovsky, e caímos na estrada interestadual I-10 sentido leste. Três dias mais tarde tínhamos chegado ao nosso destino, Orlando. Lá cheguei a conhecer e interagir com professores e pesquisadores impressionantes como Prof. Dr. Lluís Torner, Prof. Dr. Eric Van Stryland, Prof. Dr. David Hagan, Prof. Dr. Patrick LiKamWa, Prof. Dr. Mansoor Scheik Bahae, Prof. Dr. M.J. Soileau (o então Diretor do CREOL), Prof. Dr. Peter Delfyett, e Prof. Dr. Glenn Boreman, este último figurará num papel importante mais adiante neste memorial. Preciso também mencionar Jim Ross, o técnico da sala limpa do George, Mark Silver, o técnico de laboratório de crescimento de cristais, e Todd Bloker, técnico em administração, com quem eu compartilhei shows incluindo Ozzy Osborne e Lollapalooza.

Era outro recomeço, num outro canto do país, porém esta vez eu não estava só. Fui acompanhado por vários colegas, incluindo Alain Villeneuve e Dug Kim, com quem eu realizei pesquisas e publiquei artigos enquanto no CREOL. Gastamos boa parte de um ano com a mudança dos laboratórios, desmontando e embalando cuidadosamente os equipamentos e componentes em Tucson e fazendo o contrário em Orlando. O tempo perdido foi enorme, e eu já estava com cinco anos no doutorado e sem projeto bem definido.

Do lado positivo, eu ganhei meu próprio laboratório que seria a inveja da maioria de professores universitários, muito bem equipado com uma mesa óptica, o laser de Nd:YAG modelocked de 100 ps da Quantronix para bombear o laser de corante modelocked e cavity-dumped de 6 ps da Coherent, e os equipamentos eletrônicos e componentes ópticos associados. Levei muito tempo para montar o sistema dos lasers e aprender usar e mantê-los, sempre alinhando o Coherent e trocando periodicamente a corante infravermelha Styryl 9, trocando lâmpadas de bombeamento do YAG, e para construir o autocorrelacionador para verificar a largura dos pulsos do laser de corante. Mas era uma excelente experiência, e eu me senti o rei.

Eu basicamente tinha virado um técnico de laboratório em lasers. O que faltava era um projeto de doutorado. Tentei medir não linearidades no infravermelho próximo em guias de onda canal fabricados no polímero altamente não linear DANS (4-dimethylamino-4'-nitrostilbene), fornecidos pela empresa holandesa AKZO. Enquanto queimando as entradas dos guias com muita frequência, mesmo usando um selecionador de pulsos para reduzir a taxa de repetição, o único efeito não linear observado era fluorescência de dois fótons. Empolgado, fui à literatura só para ver que era um efeito bem conhecido.

Na mesma época aconteceu uma revolução no mercado de lasers científicos, a introdução do laser de titânio-safira. George, com centenas de milhares de dólares ou mais em projetos por ano, precisava ter um, e com toda razão. O Ti:safira é um laser de estado sólido em vez de corante, naquela época bombeado por um laser CW de argônio, modelocked passivamente pelo efeito Kerr no cristal, e altamente sintonizável no infravermelho próximo (aproximadamente de 700 a 1000 nm). A primeira versão pulsada no mercado, o Spectra-Physics Tsunami, forneceu pulsos de 2 a 10 ps de largura, ajustável usando um interferômetro de Gires-Tournois dentro da cavidade.

A Spectra-Physics instalou um no meu laboratório pra demonstrar aos pesquisadores abastecidos do CREOL. Passei o final de semana usando o laser, dormindo pouco no meu carro no estacionamento, para tentar medir não linearidades nos guias de onda do DANS,

fazendo um verdadeiro *test-drive* do laser. Só consegui queimar guias. O índice de refração não linear n_2 dos guias foi finalmente medido no infravermelho por Kim, *et al*, em 1993 [8].

Logo depois a Coherent lançou o Mira, um Ti:safira pulsado emitindo pulsos ultracurtos de aproximadamente 100 fs de duração, e também fez uma demonstração no meu laboratório. Não consegui testar ele da mesma forma do Tsunami, mas percebi que era mais fácil de usar e muito mais estável, o que em retrospectiva faz sentido conhecendo a dinâmica de lasers automodelocked pelo efeito Kerr. Gostei muito. Depois de consultar o grupo, George decidiu comprar o Mira, com um custo de aproximadamente 100.000 USD, que foi instalado no meu laboratório. No final das contas, era a Ferrari dos lasers comerciais, o mais rápido do mercado mundial, quem não queria? Infelizmente a escolha, que eu mesmo tinha apoiado fortemente, se provou equivocada para meu projeto final de doutorado, como veremos.

Baseado em medidas do tipo acima descritas, tornou-se mais e mais evidente que chaveamento todo-óptico utilizando $\chi^{(3)}$ não funcionaria bem com a grande maioria dos materiais, especialmente para realizar circuitos integrados fotônicos compactos, *chips* ópticos. Foi neste momento que George, com sua genialidade, criatividade e amplo conhecimento de óptica “redescobriu” o efeito de não linearidades em cascata. Aliás, talvez seja melhor dizer que ele colocou numa nova roupagem no processo. A redescoberta da não linearidade em cascata abriu uma nova avenida na busca de materiais e plataformas para chaveamento todo-óptico. Abriu horizontes para a utilização de materiais com não linearidade de segunda ordem $\chi^{(2)}$ em vez de $\chi^{(3)}$, tais como KDP, KTP e niobato de lítio, os famosos materiais ferroelétricos usados em moduladores eletro-ópticos e para geração de segundo harmônico.

A ideia básica é relativamente simples: a cascata de dois processos de segunda ordem, $\chi^{(2)}:\chi^{(2)}$, pode gerar um efeito na fase do campo fundamental que é parecido o da $\chi^{(3)}$. Por exemplo, a geração de segundo harmônico fora de casamento de fase seguido pela retroconversão natural que acontece por não estar em casamento de fase gera uma defasagem do campo fundamental devido à diferença entre as velocidades de fase do fundamental e do segundo harmônico. Em resumo, a geração do segundo harmônico fora de casamento de fase gera defasagens no campo fundamental, que podem ser muito maiores do que possível com o efeito Kerr. Além disso, as defasagens podem ser controladas em amplitude e sinal simplesmente sintonizando o descasamento de fase, algo impossível com o efeito Kerr. Houve muitas possibilidades; tudo funcionava perfeitamente no papel. O efeito foi demonstrado logo depois por Richard DeSalvo, *et al*, em cristais de KTP [9].

Eu tinha meu laser poderoso e um laboratório muito bem equipado, a semente de um projeto novo e muito promissor, e só faltavam guias de onda para demonstrar o efeito em forma integrada. A geração de segundo harmônico em guias de onda usando casamento de fase por birrefringência é um processo bastante complicado, pois necessita de um casamento de fase entre modos eletromagnéticos do fundamental e segundo harmônico no guia, com seus índices de refração efetivos, dificilmente conhecidos com precisão. Outra fortuita redescoberta na época foi a técnica de quase casamento de fase (*quasi-phasematching*, QPM), originalmente proposta por Armstrong, *et al*, em 1962, para geração de segundo harmônico.

O QPM consiste na inversão periódica, tipicamente a cada comprimento de coerência Λ , do sinal da susceptibilidade não linear de segunda ordem (equivalentemente, o coeficiente d). Isto é, uma inversão periódica da polarização espontânea num cristal ferroelétrico. A grade não linear resultante gera um vetor de onda $2\pi/\Lambda$ que compensa a diferença entre os vetores de onda do fundamental e segundo harmônico. A inversão do sinal do d pode ser facilmente realizada usando fotolitografia e processamento do material. Na época as técnicas mais comuns eram a difusão de titânio em niobato de lítio ou a troca iônica em KTP (KTiOPO₄). Hoje a aplicação de um campo elétrico externo é mais utilizada.

John D. Bierlein e colegas na E. I. du Pont de Nemours and Company (DuPont) desenvolveram o cristal ferroelétrico KTP (potassium titanyl phosphate) nos anos 1970 e continuaram estudando as propriedades físico-químicas e ópticas e procurando aplicações do material. KTP era um material de potencial enorme na óptica não linear, por ter um coeficiente d significativamente maior do que outros cristais comuns de geração de segundo harmônico da época, como KD*P.

John tinha recentemente aplicada a troca iônica de K^+ por Rb^+ em KTP para criar guias de onda “segmentados”, com ilhas de material de índice de refração maior cercadas por material de índice menor. Isto gera um índice de refração “média” elevada, que serve como um guia de onda. Subsequentemente, ele descobriu que a adição de íons de Rb^{2+} resulta na inversão do coeficiente d , permitindo QPM no guia segmentado. Ele demonstrou a geração de luz coerente azul usando um laser de bombeamento de Ti:safira no infravermelho próximo. Era a plataforma ideal para realizar meus experimentos de medição do efeito Kerr em cascata em guias de onda, e John graciosamente enviou amostras de excelente qualidade.

Como medir o efeito Kerr? O efeito Kerr, ou índice de refração não linear dependente da intensidade, gera defasagens que poderiam ser medidas como qualquer outra, usando um interferômetro por exemplo. O efeito é também conhecido como automodulação de fase (*self-*

phase modulation, SPM), e sua manifestação mais clara, sua “impressão digital”, quando acontecer em pulsos é um alargamento e distorção, modulação, do espectro.

Então, a demonstração do efeito Kerr por não linearidade de segunda ordem em cascata era, em princípio, bem simples: acoplar luz do Ti:safira nos guias, sintonizar o laser para achar o casamento de fase e gerar o segundo harmônico, e medir e comparar o espectro dos pulsos do fundamental na entrada e saída do guia na vizinhança do casamento de fase. A ideia para fazer isso veio do pós-doc Peter Wigley, atualmente na Corning, Inc.

A ideia do Peter era genial, porém houve um problema. Os pulsos curtos de aproximadamente 100 fs, com seus espectros largos, sofreram dispersão de velocidade de grupo excessiva no guias, destruindo qualquer sinal de SPM. Além disso, os espectros eram mais largos do que a faixa de casamento de fase, o que significa que as componentes de Fourier tinham defasagens não lineares de amplitudes diferentes, sem falar da mudança do sinal da defasagem ao passar pelo casamento de fase. Era uma bagunça, não funcionava.

A solução evidente era de usar pulsos mais longos com espectros mais estreitos, de usar um laser Ti:safira de picossegundos e não femtossegundos, como, por exemplo, o Tsunami. Comprar outro laser era fora de questão e desnecessário; eu precisava esticar temporalmente os pulsos. Negociando com a Coherent, eles desenvolveram e instalaram um interferômetro Gires-Tournois para substituir um dos espelhos na cavidade do laser, resultando num laser emitindo pulsos de aproximadamente 2 a 3 ps. Eu estava equipado com o primeiro laser comercial Ti:safira capaz de emitir pulsos de picossegundos ou femtossegundos.

Os experimentos de SPM funcionaram extremamente bem, com alargamentos significativos e modulação dos espectros, muito parecido com a SPM em fibras ópticas, descoberta por Roger Stolen nos anos 1970 e muito bem conhecida. Os experimentos foram repetidos com guias de onda fabricados para segundo harmônico no infravermelho na banda de telecomunicações, usando os pulsos de picossegundos do laser NaCl:OH centro de cor, com resultados igualmente impressionantes.

Porém, como provar que era o efeito procurado? Como deduzir a defasagem não linear da forma dos espectros? Eu precisava de um modelo teórico, para comparar com os resultados dos experimentos. Com a ajuda dos pós-docs William Torruellas e Christian Broshard, eu implementei um *split-step beam propagation method* usando FFTs para modelar a propagação de pulsos curtos em geração de segundo harmônico e calcular os espectros em função de vários parâmetros: duração do pulso, largura do espectro, coeficiente não linear efetivo, etc.. Os resultados eram fantásticos, concordando quase perfeitamente com

os espectros experimentais, e então permitindo uma dedução do valor da defasagem não linear adquirida pelo fundamental no processo.

Os dados levaram a três resultados importantíssimos na minha vida acadêmica e profissional:

- 1) uma palestra convidada no congresso Nonlinear Guided-Wave Phenomena na Cambridge, Inglaterra, apresentada por mim em setembro de 1993;
- 2) a publicação do meu primeiro artigo como autor principal, na revista renomada Optics Letters, com 107 citações até março de 2022, de acordo com o Web of Science, o terceiro mais citado da minha carreira [10];
- 3) a parte principal da minha tese de doutorado, defendida em 1994.

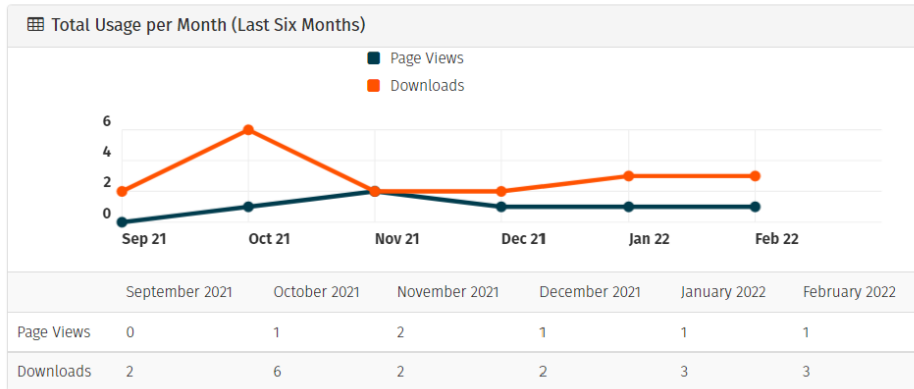
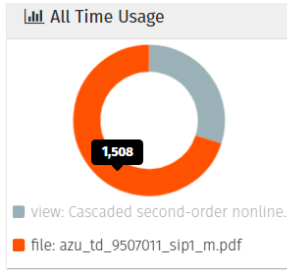
Antes de discursar sobre Cambridge e minha tese, três outros experimentos da época merecem destaque por terem resultados em artigos internacionais da minha autoria ou coautoria. Em colaboração com Dug Kim e Roland Schiek, um interferômetro foi usado para medir diretamente a defasagem em guias de onda fabricados em niobato de lítio por difusão de titânio e casamento de fase por birrefringência, demonstrando a generalidade do processo. Durante os experimentos de SPM em KTP no infravermelho, outro efeito não linear em cascata foi demonstrado, a geração de harmônicos. Luz de várias cores foi observada e analisada, especificamente vermelha (segundo harmônico), verde (soma frequência), e azul (quarto harmônico). Usando o Ti:safira com pulsos de picossegundos, medições de absorção de dois fótons foram feitas em cristais do polímero altamente não linear PTS, resultando numa publicação na Physical Review Letters com 139 citações até março de 2022, de acordo com a Web of Science, o segundo artigo mais citado do meu CV [11].

A palestra convidada do congresso Nonlinear Guided-Wave Phenomena na Cambridge em setembro de 1993 foi um marco primordial para mim, profissionalmente e pessoalmente. Era minha primeira apresentação num evento acadêmico de qualquer natureza, e eu era um palestrante convidado. Eu era nervoso, claro, mas extremamente confiante e feliz. Meu trabalho era inédito e de grande interesse ao público, gerando discussões proveitosas e até críticas do tipo “é somente geração de segundo harmônico”. Conheci pessoas importantes com Prof. Dr. Dan Ostrowsky da Université de Nice-Sophia Antipolis. Aproveitei da viagem para Europa para passear um pouco, visitando Neil Finlayson da OSC

na Inglaterra, Roland Schiek do CREOL em Munique e passei por Nice, na França, por sugestão do Neil. Fiquei encantado com Nice, e a possibilidade de realizar um estágio pós-doutoral com Dan Ostrowsky. De fato, fiquei encantado com toda a Europa, a história, a comida, a liberdade, e a mistura de culturas e idiomas. Apesar das minhas experiências em Tucson e Orlando terem abertos meus olhos e minha mente, eu sempre fui aquele americano típico com certo preconceito do tipo “Para quê visitar a Europa quando temos tantos lugares interessantes para visitar nos EUA?”. Voltei ao Orlando decidido: o próximo passo era de terminar a tese e fazer um estágio pós-doutoral em Nice com Dan.

Defendi a minha tese de doutorado, intitulado “Cascaded second-order nonlinearities in waveguides”, em 05 de agosto de 1994, o último dia possível para titulação antes do dezembro (esse defeito perigoso de procrastinação me segue até hoje). Finalmente, eu estava com as três letras por trás do meu nome.

Ao elaborar esse memorial eu cruzei caminho, por acaso, com minha tese online no repositório da biblioteca da University of Arizona. Eu não sabia da existência das estatísticas de leituras e downloads no site, e fiquei muito surpreso e satisfeito ao ver que pesquisadores ainda estão baixando minha tese de forma contínua. Até 08 de março de 2022 a tese já tinha sido baixada 1508 vezes de vários países do mundo, principalmente a China, os EUA e a Rússia, conforme visto na Figura 1. Apesar de aparentemente não ter gerado muito interesse no Brasil, infelizmente, estou muito contente com os números.



Top Country Visits (All Time)

China	257
United States	131
Russia	68
France	30
Germany	29
United Kingdom	29
Netherlands	26
Ukraine	10
India	8
Iran	8

Top City Visits (All Time)

Beijing	214
Woodbridge	19
Sayreville	18
Zhengzhou	16
Tucson	9
Seattle	9
Tianjin	6
Kharagpur	6
Chongqing	6
Lachine	6

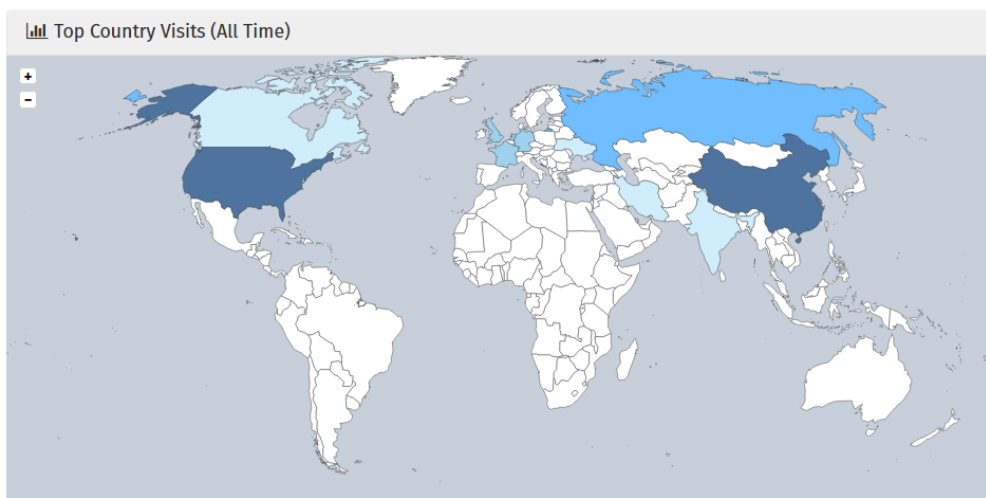


Fig. 1. Estatísticas de download da tese de doutorado.
 Fonte: <https://repository.arizona.edu/handle/10150/186881>, acessado em 08/03/2022.

Durante meu doutorado eu publiquei, como autor ou coautor, sete artigos em revistas internacionais indexadas com revisão por pares, um capítulo de um livro, apresentei resultados em dois congressos internacionais, e o trabalho inspirou as pesquisas dos meus colegas por alguns anos depois. Eu fiquei muito satisfeito em 1996 quando li o artigo do meu colega Yongsoon Baek, *et al*, reportando uma chave totalmente óptica integrada em niobato de lítio, baseada em parte do meu trabalho. Décadas depois, a sonhada chave todo-óptico ainda não foi comercializada para substituir a eletrônica, mas quem sabe um dia?

A jornada do meu doutorado foi longa, nove anos e milhares de quilômetros em total. Eu me considero muito privilegiado de ter tido essa experiência, de viver e fazer amizades em dois lugares maravilhosos, Tucson e Orlando, e de estudar e trabalhar em dois dos três centros de excelência em óptica e fotônica do mundo inteiro. Foi uma honra conhecer tantas pessoas fantásticas, alguns que estão citados no texto anterior. Lamento muito relatar que duas das figuras centrais dessa história faleceram de forma muito precoce: John Bierlein em 1997 e meu orientador George Stegeman em 2015.

CAPÍTULO 3

UM *HILLBILLY* NO VELHO MUNDO

A palestra na Cambridge e o passeio pela Europa renderem frutos. Junto com Dan Ostrowsky eu elaborei um projeto de pós-doutoramento para realizar pesquisa sobre amplificadores e osciladores paramétricos ópticos integrados em niobato de lítio. O projeto foi submetido para concorrer uma bolsa de estágio pós-doutoral Chateaubriand financiada pelo Ministère des Affaires Étrangères do governo francês. Eu também tinha feito uma entrevista no conceituado laboratório Xerox PARC em Palo Alto, Califórnia, mas eu nunca recebi uma resposta, que em retrospectiva me deixa feliz. A bolsa foi aprovada, e mais uma vez coloquei minhas pertences no Malibu, agora com uns 100.000 milhas no odômetro, e levei tudo para a casa dos meus pais. Eu estava de volta em Warsaw, mas somente por algumas semanas.

3.1 Na Riviera Francesa - Université de Nice-Sophia Antipolis

O projeto de pós-doutoramento continuou e ampliou minha linha de pesquisa em óptica não linear em guias de onda, porém agora com outra ênfase – a geração de novas frequências de luz coerente através de interações paramétricas de segunda ordem. Tratou-se de um casamento perfeito dos meus conhecimentos adquiridos no doutorado com novos conhecimentos de novos tipos de dispositivos. O objetivo principal era de desenvolver um oscilador paramétrico óptico integrado (IOPO) em niobato de lítio (LiNbO_3) periodicamente polarizado (PPLN), um material desenvolvido na mesma época do meu doutorado, particularmente pelo grupo de Prof. Dr. Martin Fejer da Stanford University, para realizar QPM. Um IOPO em niobato de lítio prometeu ser uma fonte de luz coerente, altamente sintonizável, e altamente eficiente, para ser uma fonte prática e de baixo custo para aplicações como espectroscopia, detecção e gases e óptica quântica. O altíssimo coeficiente d de PPLN junto com o confinamento num guia de onda ofereceu bombeamento com baixa potência CW (*continuous wave*, onda contínua), com limiar da ordem de miliwatts, facilmente disponível com lasers de diodo. Era um projeto perfeito para meus gostos: óptica não linear, guias de onda e dispositivos fotônicos com aplicações tecnológicas promissoras, e era algo mais prático e fatível do que uma chave todo-óptica.

Também era uma sintonia perfeita de conhecimentos e habilidades. O grupo de óptica não linear do Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC) da Université de Nice-Sophia Antipolis (hoje conhecida como Université Côte d'Azur) liderado pelo Dan Ostrowsky, junto com o pesquisador-chefe do CNRS Dr. Marc de Micheli, e os demais pesquisadores como o recém-doutor Pascal Baldi e o doutorando Kacem El Hadi, era um centro de excelência na fabricação de guias de onda em niobato de lítio pela técnica e troca protônica bem como a caracterização linear e não linear dos mesmos.

Cheguei a Paris no início de novembro de 1994 e fui recebida no aeroporto por uma funcionária do Centre International des Etudiants e Stagiaires, que felizmente falava inglês, pois eu não falava francês. Fomos a um escritório para assinar e receber documentos, recebi 9000 francos franceses (1800 USD na época) em espécie para me instalar em Nice e um bilhete de trem de noite à Nice. Ela me levou à estação, coloquei o dinheiro na cueca e entrei no trem. Minha experiência viajando na Europa no ano anterior me serviu bem. Eu estava sujo, cansado, com fome, assustado e empolgado.

Fui recebido na estação de Nice pelo Dan e levada para o apartamento da filha que estava à venda, onde eu poderia descansar e ficar por alguns dias. Todo mundo tinha me falado que eu ia adorar trabalhar com Dan, e tinham toda razão. Ele é outro norte americano expatriado, um excelente e criativo físico, e, o melhor de tudo, um *bon vivant* que me ensinou tanto sobre a vida, cultura, comida e bebida, e arte e literatura. Foi ele quem me introduziu a artista plástica Ultraviolet da famosa Factory de Andy Warhol e a meus autores preferidos, Charles Bukowski e Jorge Amado.

Nos próximos dias me instalei, conheci o pessoal do LPMC, cuidei do início da burocracia com a prefeitura, aluguei um apartamento (com cozinha americana) no bairro de Vieux Nice, no centro histórico, e comecei a conhecer a cidade. Eu, vindo de Indiana, basicamente um *hillbilly* (caipira), e agora eu estava morando na Riviera Francesa. Era inacreditável. Citando a Wikipédia, "...esta região é considerada uma das áreas mais luxuosas, caras e sofisticadas do mundo." ([www. https://pt.wikipedia.org/wiki/Costa_Azul](https://pt.wikipedia.org/wiki/Costa_Azul)). Eu realmente estava fora da minha zona de conforto!

Mas eu me aclimatizei rapidamente. Comecei a estudar francês na Alliance Française (a bolsa incluiu três meses de aula, 10 horas por semana, e eu continuei por mais três) sob a tutoria e carinho da Mademoiselle Sylvie, uma professora incrível que eu nunca esquecerei. Arrisquei-me com comidas novas e exóticas para mim, como queijo camembert de leite cru, queijo de cabra, linguiças secas, foie gras, e peixes e camarões com cabeça intata. Sim, eu era

um *hillbilly*. Descobri os vinhos fantásticos de cinco francos, como Côte de Provence, e o famoso licor de anis, pastis.

Gastronomia fazia parte importante da experiência, porém não era o objetivo principal da minha estadia. Eu me joguei nas pesquisas, aprendendo a medir coeficientes não lineares d_{eff} , ganho paramétrico, comprimentos de onda de casamento de fase medindo a intensidade e o espectro de fluorescência paramétrica. Aprendi a fabricar de guias de onda em niobato de lítio usando a técnica de troca protônica em ampola fechada. Houve algumas explosões no laboratório, que ficou cheio de vapor de ácido benzoico, que me lembrou das experiências na juventude com meu conjunto de química e as bombas de fedor. Usei a técnica de espectroscopia de linhas m , aprendida no OSC em Tucson, para caracterizar amostras e ajustar os parâmetros na fabricação. Apesar de não tiver relação direta com meu projeto, aproveitei para acompanhar de perto a fabricação de preformas por MOCVD e o puxamento de fibras ópticas de qualidade comercial, dopadas com vários íons e metais no laboratório impressionante do Dr. Bernard Dussardier, junto com seu talentoso técnico Fabrice Ubaldi. Lembrou-me das minhas fibras caseiras no início do doutorado. Percebo agora como tudo na vida está interligado.

Nossos concorrentes principais para desenvolver o IOPO eram muito fortes: o grupo de Prof. Dr. Wolfgang Sohler da University of Paderborn na Alemanha, e o grupo do Prof. Dr. Martin Fejer da Stanford University. O grupo de Sohler, expert mundial em guias de onda por difusão de titânio em niobato de lítio, tinha demonstrado o primeiro IOPO em 1981 em guias de onda de niobato de lítio, porém usando casamento de fase por birrefringência, uma cavidade externa, e um Q-switched laser de watts para bombeamento. A meta dos três grupos era um OPO totalmente integrado, sem cavidade externa, e usando QPM para permitir um baixo limiar e bombeamento por um laser CW. O grupo de Fejer era expert mundial na fabricação e PPLN, e também expert em fabricação de guias de onda por troca protônica. Pareceu que estava de volta ao início do doutorado, concorrendo contra British Telecom e Bell Labs. Mas pelo menos agora eu era um concorrente de verdade.

Já no primeiro ano no LPMC eu comecei a pensar e planejar meu futuro. Eu estava adorando a experiência, e um ano não seria suficiente; ainda não tínhamos alcançado o IOPO. Myers, *et al*, do grupo de Fejer demonstrou em 1995 o primeiro OPO em PPLN massivo, chegando mais perto da meta. Eu escrevi o projeto “Quasi-phasematched integrated OPO’s in Lithium Niobate and KTP” e o submeti ao altamente concorrido “International Postdoctoral Fellows Program” da National Science Foundation, EUA, na tentativa de passar mais um ano no LPMC. Felizmente, o projeto foi aprovado e minha corrida continuou.

Baseado nos trabalhos no LPMC, eu publiquei três artigos em revistas internacionais com revisão por pares (um como autor principal), e tive a felicidade de participar e apresentar posters em duas escolas internacionais: a escola de verão da OTAN “New Perspectives in Lasers Sources and Applications” na University of St. Andrews na Escócia e a escola de primavera “ $\chi^{(2)}$ Second-Order Nonlinear Optics: from Fundamentals to Applications” na École de Physique des Houches nas Alpes Francesas. Foram eventos ímpares. Conheci e trabalhei com pessoas maravilhosas e talentosas, como as já mencionadas, e preciso incluir Prof. Dr. Jean-Pierre Romagnan, o Diretor do LPMC que me recebeu tão graciosamente, Dr. Gérard Monnom, Dr. Eric Picholle, Prof. Dr. Krishna Thyagarajan da Indian Institute of Technology, bem como muitos doutorandos como Pierre Aschieri, Antonio Picozzi e Abdellatif Mamhoud. Além do lado científico, recebi uma formação cultural inestimável, que abriu meu mente de forma expressiva e pavimentou meu futuro.

Infelizmente, não conseguimos realizar o IOPO durante minha estadia no LPMC. Logo depois da minha saída, o grupo se embarcou em novos mares, a óptica quântica, usando os guias de onda como fontes de fótons emaranhados. Mark Arbore e Martin Fejer da Stanford reportaram o primeiro IOPO em PPLN bombeado por um laser Q-switched pulsado em 1997, e o grupo de Sohler publicou o primeiro IOPO bombeado por um laser CW em 2000. Fizemos um excelente trabalho num projeto aparentemente fácil porém surpreendentemente difícil, e com concorrentes extremamente fortes. A pesquisa em IOPOs continua até hoje, em várias configurações e materiais. Admito não conhecer o estado de arte, mas OPOs baseados em QPM são comercialmente disponíveis há muitos anos, em parte graças ao nosso trabalho no LPMC.

3.2 Entre Dois Continentes - Koç University

No segundo ano do pós-doutoramento eu entendi que era a hora de entrar no mercado de trabalho. Eu comecei a enviar currículos para todas as oportunidades interessantes que apareceram no final da Physics Today. Meu plano ao fazer o doutorado nunca era de ser acadêmico. Eu tinha aproveitado de uma viagem nos EUA para fazer uma entrevista na empresa Harris, Inc., em Melbourne, Flórida, para trabalhar com dispositivos eletro-ópticos principalmente para usos militares. Eu não fui selecionado, por ter cometido certos “delitos” no final do meu doutorado. Foi até um alívio, pois apesar dos salários atraentes, eu não estava muito interessado no setor privado no momento, especialmente no complexo militar-industrial norte americano. Eu acredito que eu estaria extremamente infeliz hoje em dia se eu tivesse ter sido contratado.

Eu estava curtindo muito a minha experiência no exterior e decidi focar em oportunidades no velho mundo. Entrei em contato com vários colegas na Europa, sem sucesso. Cheguei a enviar currículos para universidades em Austrália, Cairo, Marrocos e até Singapura. Eu queria aumentar minha bagagem de aventuras acadêmico-culturais.

Vi um anúncio interessante da Koç University em Istambul, Turquia, procurando professores de física para atuar em pesquisas com óptica e lasers. Eu nunca tinha ouvido falar da Koç University, e não sabia de quase nada de Istambul e Turquia, apesar de ter estudado história anos antes. Eu fiz pesquisas na então novidade Netscape, e pareceu ser um lugar bem interessante, e não tão longe ou exótico quanto a Singapura. Envie um currículo por e-mail, enquanto meus amigos nos EUA acharam que eu era doido para pensar em morar num lugar “tão perigoso”.

Recebi um convite para fazer a entrevista e uma palestra. Saí no calor da primavera da Riviera Francesa para o frio e chuva do Istambul, onde sofri com somente o paletó fininho que eu tinha comprado para a viagem. Fui muito bem recebido pelo Prof. Dr. Attila Aşkar, professor de matemática e Dean da College of Arts and Sciences, e os únicos dois professores de física da universidade: Prof. Dr. Alphan Sennaroğlu e Prof. Dr. Alim Örmeci. Levaram-me para um jantar fantástico na beira do Estreito do Bósforo, onde provei o famoso rakı pela primeira vez.

Visitei o campus, dei minha palestra, teve as entrevistas e conheci muitos professores, incluindo muitos estrangeiros. O campus era temporário, num galpão convertido no bairro popular de Istinye, no Bósforo, enquanto construíram o campus definitivo perto do Mar Negro. Conheci a cidade de Istambul e suas maravilhas históricas e culturais, e até fiz um passeio para as ruínas da cidade bíblica de Éfeso.

Koç University tinha sido fundada somente dois anos antes, sendo uma universidade privada de pequeno porte, na época, com um foco pesado no nível de graduação em marketing, ciências políticas, ciências humanas, economia e administração. O único programa de pós-graduação era o MBA. Os alunos desses cursos tipicamente eram das camadas mais bem abastecidas na Turquia. Por ser uma universidade e não uma faculdade, ela ofertava cursos de bacharelado nas exatas, cujos alunos tipicamente eram bolsistas e extremamente inteligentes. Todas as aulas, com a exceção de algumas disciplinas obrigatórias do governo turco, eram e ainda são ministradas em inglês. Mesmo na época Koç era considerada uma das melhores e mais exigentes universidades da Turquia, em termos de ensino, pesquisa e qualificação do corpo docente. Koç continua sendo excelente hoje, certamente entre as três melhores do país com o campus definitivo, vários cursos de

graduação incluindo engenharia, e programas de mestrado e doutorado incluindo física, óptica, ciências de materiais e engenharias. Koç definitivamente chegou aonde almejava em 1994, e eu gostaria de acreditar que eu contribuísse de alguma forma com esse sucesso.

O Alphan é expert na física de lasers e óptica não linear, em particular o laser Cr:forsterita (parecido ao Ti:safira porém sintonizável perto de 1300 nm). Tendo feito o doutorado na Cornell University, ele foi o primeiro professor de física contratado em 1994 e, naquele momento, o único experimental. Ele tinha montado um laboratório de pesquisa em óptica, incluindo um laser de Nd:YAG modelocked e um Cr:forsterita caseiro, onde eu poderia trabalhar se fosse contratado. Não teve um acordo específico na minha entrevista sobre um *start-up* (enxoval) de pesquisa para mim, mas algo do tipo 100.000 USD foi discutido e apoio em geral foi prometido. E eu também entendi que eu, como professor universitário, seria responsável por escrever e aprovar projetos de pesquisa dos órgãos de fomento, algo que eu me senti confiante.

Era tudo muito interessante, pois me fez lembrar bem do RHIT com seu foco na graduação. Gostei da ideia de me inserir num empreendimento acadêmico desse tipo, ser um dos primeiros professores numa universidade nova, ambiciosa e cheia de planos grandes. É interessante refletir que, 10 anos depois, eu repetiria isso de certa forma no Departamento de Física e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Poucas semanas depois eu recebi uma oferta e fui extático, seria meu primeiro emprego “de verdade”! Os termos eram muito bons, duas disciplinas por semestre, tipicamente uma viagem internacional por ano para participar de congressos, salário em dólares (a Turquia continua sofrendo de inflação exorbitante), acomodação grátis nas residências universitárias ou até receber um ajuda de custo para alugar um apartamento. Negocieei o salário, tentei fechar termos de *start-up* por escrito sem sucesso, e aceitei. Eu estava no caminho ao leste geograficamente e para cima profissionalmente.

Mais uma vez, coloquei meus pertences em caixas, essa vez num navio, me despedi dos meus amigos e colegas, e peguei caminho. Cheguei à Istambul simultaneamente entusiasmado e perdido. Não entendi nada de turco ou a cultura, porém os dias da entrevista me ajudaram um pouco para sobreviver. Logo conheci vários outros jovens professores contratados junto comigo, incluindo vários estrangeiros: John Drabble (História Americana, que infelizmente faleceu em 2010), Todd Davies (Psicologia), Szilvia Papai e Steve Calabrese (Economia) e Haluk Reşat, professor de física teórica. Conheci jovens professores veteranos como Stefania Ciurli (Italiano) e Nicole van Os (História Otomana). Todas essas pessoas me ajudaram muito e marcaram minha vida. Sem departamentos acadêmicos na Koç, estávamos

todos juntos numa salada de disciplinas e nacionalidades no College of Arts and Sciences. Eu, o *hillbilly* de Warsaw, Indiana, adorei tudo.

Eu me instalei numa nova residência universitária com algumas das pessoas acima citadas e comecei a vida de um professor universitário novato. Passei horas por dia preparando aulas, como qualquer novato, muitas vezes de madrugada e de vela por causa dos apagões frequentes, mesmo para disciplinas simples como “The World of Science”. Eu não tinha pensando nas Leis de Newton ou termodinâmica desde a minha graduação 11 anos antes. No mesmo tempo tentei iniciar as atividades de pesquisa, manter a valiosa rede de contatos que eu tinha estabelecida nos OSC, CREOL e LPMC, e fazer novos contatos como Dr. Bill Risk da IBM Almaden, Califórnia, e Prof. Dr. Paul French da Imperial College, Londres. Não foi fácil, como todos os professores que estão lendo isso sabem. O apoio e interação com colegas, especialmente os estrangeiros, foi imprescindível para manter a sanidade, com não infrequentes saídas para o bar de reggae Pupa, do sudanês Osman Osman.

As pesquisas não fluíram muito bem. Eu tive dificuldades em me inserir no laboratório de óptica, de achar tempo quando o mesmo estava livre. Eu estava disposto a interagir, mas não queria trabalhar por ninguém. Escrevi um projeto enorme para financiar uma facilidade de fabricação de PPLN, o material preferido em óptica não linear de segunda ordem da época. A proposta empolgou tanto o Dean Prof. Aşkar que ele generosamente a traduziu para submeter ao Tübitak, o órgão de fomento turco. Porém, não foi aprovado.

Não posso alegar falta de apoio da administração. Embora um *start-up* nunca foi liberado, que em retrospectiva talvez fosse prudente, acredito que isso não seja o motivo principal do meu insucesso. Um estágio de um mês com (meu ex-concorrente) Martin Fejer na Stanford University foi custeado, para aprender as técnicas mais avançadas de fabricação de PPLN, e tive viagens para eventos internacionais financiadas pela universidade. Consegui financiamento do Tübitak para realizar um intercâmbio científico com meu colega Pascal Baldi do LPMC em Nice. Da mesma forma, consegui financiamento do British Council para fazer um intercâmbio com Paul French da Imperial College, onde fiz pesquisas em geração de supercontínua de pulsos curtos em PPLN e periodicamente polarizada KTP (PPKTP), porém sem gerar publicações.

Através do intercâmbio com Pascal, publiquei artigo em Applied Physics Letters e alguns anos mais tarde um trabalho apresentado e resumo expandido na Internacional Microwave and Electronics Conference IMOC 2003. Este último trabalho era fruto de um problema que transformamos em uma oportunidade. Tínhamos a intenção de usar o

Cr:forsterita pulsado para realizar experimentos com guias de onda em PPLN, fabricados no LPMC.

Houve um problema com o Cr:forsterita tal que não era possível executar o planejado. Fizemos algumas contas para ver o que poderia ser feito com um laser CW de HeNe em 632,8 nm e um laser CW de Nd:YAG em 1064 nm nas amostras do LPMC. Percebemos que a periodicidade da grade de QPM era apropriada para realizar geração de diferença de frequência entre os dois lasers, em 1561 nm, bem na banda C de telecomunicações. Graças ao alto coeficiente d_{eff} de PPLN e o confinamento nos guias, conseguimos gerar o infravermelho mesmo com pouca potência CW. Mas para o que isso poderia servir, pois lasers de diodo funcionam perfeitamente bem na banda C? Observando a frequência em vez dos comprimentos de onda, tive o que talvez seja a única ideia original na minha vida científica: um padrão ultraestável de frequência em 192,0 THz, para servir de âncora para as outras frequências (não teve, talvez ainda não tenha, um laser estabilizado na âncora oficial de 193,1 THz). Nunca mais consegui trabalhar experimentalmente com a ideia, e o resumo nos anais da IMOC não gerou muito interesse. Eu deveria ter publicado numa revista científica, mas sem dados a mais eu não queria arriscar de ser acusado de autoplágio.

O trabalho tecnologicamente mais importante da minha estadia na Koç foi realizado através de uma nova parceria com Bill Risk da IBM, que recentemente começou a fabricar PPKTP, um material não linear com mais promessa do que PPLN. Junto com Prof. Dr. Orhan Aytür da Bilkent University na Ankara, construímos e demonstramos, finalmente, um OPO em PPKTP usando pulsos de femtossegundos de um laser Ti:safira. Os resultados foram publicados em Optics Letters.

Apesar de estar me mantendo ativo e relativamente produtivo, considerando a falta de infraestrutura e alunos de pós-graduação, eu não estava conseguindo manter o nível de produtividade que eu queria ou que a universidade esperava de mim. E eu comecei a perceber que eu teria muita dificuldade em ser produtivo e me sentir realizado na Koç, sem aprender o idioma fluentemente, e sem conhecer profundamente a cultura. Eram dois desafios extremamente difíceis.

Enquanto frustrado com pesquisa, e sem encargos administrativos por serem realizados em turco, eu segui o conselho do meu amigo Prof. Dr. Glenn Boreman do CREOL e tentei ministrar o máximo número possível e disciplinas diferentes. Nos quatro anos na Koç, ministrei as sete seguintes disciplinas diferentes:

Scie 100/101 - The World of Science. Ciência geral para alunos de ciências sociais e humanas, administração, marketing e economia (Scie 100) ou para todos os alunos da universidade, independente do curso (Scie 101). Ministrei o módulo de Física da disciplina. Desenvolvimento e realização de experimentos e aulas práticas. Livro: *The Sciences*, T. Trefil, R. Hayden.

Phys 102 - General Physics II. Ondas em geral, ondas acústicas, eletromagnetismo básico, ondas eletromagnéticas, óptica geométrica e óptica física. Desenvolvimento e realização de experimentos e aulas práticas. Livro: *University Physics*, H. Young, R. Freedman.

Phys 202 - Quantum Physics. Relatividade restrita, física estatística e distribuições, radiação do corpo negro, espalhamento de Compton e Rutherford, o modelo de Bohr, fundamentos de mecânica quântica, momento angular e spin, átomo de hidrogênio, física atômica. Livros: *Modern Physics*, P. Tipler; *Modern Physics*, K. Krane.

Phys 304 - Advanced Experimental Physics. Aulas teóricas e experimentais de eletrônica e física moderna: eletrônica analógica, filtros, espectroscopia óptica, difração de raios X, espectroscopia de raios gama, ressonância de spin eletrônico.

Phys 312 - Advanced Electromagnetics. Equações de Maxwell, propagação de ondas eletromagnéticas em dielétricos e metais, linhas de transmissão, guias de ondas, radiação eletromagnética, teoria de antenas. Livros: *Elements of Electromagnetics*, M. Sadiku; *Introduction to Electrodynamics*, D. Griffiths.

Phys 403 - Solid State Physics. Estrutura cristalina, zonas de Brillouin, fônons, teoria de bandas, superfícies de Fermi, metais, condutores, semicondutores, transporte de cargas em sólidos. Livro: *Introduction to Solid State Physics*, C. Kittel.

Phys 408 - Modern Optics and Laser Physics. Fundamentos de eletromagnetismo e óptica, cavidades ressonantes e estabilidade, propagação de feixes gaussianos, dinâmica de lasers, equações de taxa, óptica não-linear. Livro: *Optical Electronics*, A. Yariv.

A experiência de docência adquirida na Koç foi essencial para meu sucesso posterior no concurso público na UFRPE e continua me servindo diariamente. Recebi avaliações discentes razoáveis, da ordem 0 numa escala de -2 a $+2$ em *The World of Science*, nada de surpresa considerando o público alvo da disciplina e por ser um docente novato. Recebi avaliações bastante melhores nas disciplinas do curso de bacharelado em física, também não sendo uma grande surpresa.

Enquanto na Koç participei em 1998 de um dos dois congressos científicos mais importantes da minha vida, a International Conference on Fiber Optics and Photonics

(Photonics India '98), organizada pela e realizada na Indian Institute of Technology em New Delhi, o outro sendo Nonlinear Guided-Wave Phenomena na Cambridge. Apresentei um trabalho, o único que cheguei a publicar junto com meu colega Alphan, de geração luz CW sintonizável no vermelho, uma faixa difícil de alcançar naquela época com lasers de estado sólido e com aplicações em terapia fotodinâmica.

Porém a importância do congresso não está no trabalho publicado. Lá eu conheci o Prof. Dr. Hypolito Kalinowski do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) no então CEFET-PR, hoje a Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Falei que eu sempre queria conhecer o Brasil, e ele generosamente falou que ia tentar achar um jeito. Hypólito enviou uma proposta de professor visitante da CAPES que foi aprovada para contribuir às pesquisas sendo realizadas sobre lasers de fibra dopada com érbio e sensores de Bragg em fibras, e ministrar uma disciplina (em inglês) de efeitos não lineares em sistemas de telecomunicações no novo doutorado do CPGEI.

Cheguei à Curitiba no inverno de 1999 e comecei a preparar minhas primeiras aulas no nível de pós-graduação, usando o novo livro *Nonlinear Fiber Optics* de G. Agrawal como base, mas concentrando nos artigos atuais em revistas, para ter um enfoque mais específico às telecomunicações. Foi trabalhoso, sofri com o frio de Curitiba, mas foi muito gratificante e proveitoso para os alunos e até professores, eu acredito. Eu também participei, minimamente, na orientação de alunos de pós, como Ilda Abe, que defendeu o doutorado sobre redes de Bragg em fibra em 2004, quando eu tive o grande prazer de voltar à Curitiba, no verão, e participar da banca examinadora.

Enquanto no CEFET-PR eu tive a grande oportunidade de participar de IMOC 1999 no Rio de Janeiro, conhecendo e interagindo com pessoas como Prof. Dr. Guedes Valente e Profa. Dra. Isabel Carvalho da PUC-Rio, Prof. Dr. Hugo Fragnito do IFGW UNICAMP, e Prof. Dr. Murilo Romero da USP São Carlos. Querendo conhecer melhor as pesquisas em fotônica no Brasil, aproveitei para marcar visitas e ministrar palestras nas três instituições. Continuei a viagem para Salvador para fazer turismo, de onde eu liguei a cobrar de orelhão ao Prof. Dr. Anderson Gomes do Departamento de Física da UFPE, para marcar uma visita. Ainda bem para mim que ele teve a gentileza de atender.

CAPÍTULO 4

DE VOLTA AO NOVO MUNDO

Meu contrato inicial na Koç era de três anos, e em 1999 eu estava pleiteando uma renovação por mais três, apesar das minhas preocupações com meu futuro na instituição. Antes de ir à Curitiba, eu tinha feito uma entrevista por telefone para concorrer uma vaga no Departamento de Física da University of North Florida em Jacksonville. A possibilidade de voltar à Flórida e trabalhar perto ou até junto com George Stegeman e CREOL era muito atraente. Eu também tinha conversado com os professores principais nas várias instituições mencionadas no parágrafo anterior enquanto conhecendo o Brasil. Todos tinham sinalizado a boa probabilidade de conseguir uma bolsa para trabalhar, caso eu quisesse e se o projeto fosse aceito, claro, porém só a partir do ano 2000. Enquanto em Curitiba, recebi a oferta para uma vaga em Jacksonville e quase que simultaneamente a oferta de renovação na Koç. Após muita reflexão, optei para voltar à Koç por pelo menos mais um ano, enquanto vendo as possibilidades de bolsa no Brasil. Mais uma vez, eu me pergunto como eu seria hoje em dia se eu tivesse aceitado a vaga em Jacksonville. Muito infeliz, eu acredito.

Eu tinha gostado de todas as várias possibilidades no Brasil, cada uma totalmente diferente do que a outra, com suas vantagens e desvantagens. Mas eu me identifiquei mais com os trabalhos do Anderson e colegas da UFPE. Fiquei muito feliz e honrado ao receber um convite para ministrar uma palestra convidada, “Integrated Optical Twin-Photon Generation and Applications” na VII Escola Jorge André Swieca de Óptica Quântica e Óptica Não Linear no DF-UFPE em fevereiro de 2000, e aceitei na hora. Eu sabia bastante sobre a geração de pares de fótons através de processos paramétricos de segunda ordem, pois a fluorescência paramétrica medida em Nice é exatamente isso. O que eu não sabia era o lado de mecânica quântica, estados emaranhados, desigualdades de Bell, etc., pois meu doutorado era em ciências ópticas e não em física. Nunca tinha cursado uma disciplina de mecânica quântica no nível de pós-graduação. Então eu me esforcei bastante para aprender algo sobre, e vim para ministrar a palestra. Eu estava na frente de uma audiência conceituada, e eu gosto de acreditar que a palestra foi bem recebida. Aproveitei para trazer uma amostra de PPLN ou PP KTP, não me recordo qual, para tentar fazer algumas medições de geração de radiação em $3,3 \mu\text{m}$ usando o Ti:safira construído por Prof. Dr. Lúcio Acioli, visando fontes para a detecção do gás metano, que foi feito enquanto os alunos da Escola estavam em Porto de

Galinhas. Eu gostei muito da seriedade, competência e simpatia do grupo de óptica. Também era a semana pré-Carnaval; participei do bloco Parceria e do meu primeiro Galo da Madrugada, graças ao grande carnavalesco Renato Araújo. Minha decisão foi tomada, próximo destino: Recife.

Anderson elaborou e aprovou um projeto de Pesquisador Visitante F2 do CNPq intitulado “Geração de radiação coerente no infravermelho médio: aplicações para monitoramento de gases contaminantes no meio ambiente” para ser realizado junto com Prof. Dr. Fernando Jucá do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Mais uma vez eu fiz minhas malas.

4.1 Universidade Federal de Pernambuco

Cheguei ao DF-UFPE em outubro ou novembro de 2000, pronto para enfrentar mais uma aventura, esta vez confiante que seria mais produtivo. E eu tinha razão; publicamos 11 artigos em revistas internacionais com revisão por pares em quatro anos na UFPE.

Eu fui muito bem recebido pelo Anderson, que até generosamente me hospedou na residência dele enquanto procurando um apartamento, me levou junto com a esposa Dalva para comprar móveis, eletrodomésticos e um carro, e ajudou infinitamente com a resolução de problemas insolúveis tais como tirar um CPF sem endereço e arrumar um endereço sem CPF, e demais joias da burocracia brasileira. Estou eternamente grato.

O pessoal do DF-UFPE também me recebeu muito bem: os alunos de óptica que hoje são meus colegas, como Renato Araujo que me ajudou com o aluguel do apartamento e abrir uma conta no Banco do Brasil, Mariana Carvalho que me recebeu como família, Glauco Maciel, Nikifor Rakov (que recusou a me emprestar o famoso detector não linear...), Carlos Bosco, Leonardo Menezes, Claudio Florida, Alexandro Tenório e os demais da lista quase infinita. A Flávia Xavier salvou meus pertences retidos na alfândega do Rio e continuaria me ajudando com importações mesmo estando na UFPRE, Carlos Alberto do setor financeiro me ajudou de forma contínua, e sem falar do apoio e amizade de Linete e Ana Maria da secretaria da pós-graduação. E claro não posso deixar de mencionar e agradecer os incríveis professores: Prof. Dr. Lúcio Acioli, Prof. Dra. Sandra Viana, Prof. Dr. Wellington Tabosa, Prof. Dr. Cid Araujo, Prof. Dr. Rios Leite, Prof. Dr. Antônio Azevedo, Prof. Dr. Sérgio Coutinho, Prof. Dr. Celso Melo, Prof. Dr. Sérgio Rezende, Prof. Dr. Giovane Vasconcelos, posso listar quase o corpo docente todo da época. Eu também conheci logo depois professores de outros departamentos, como Prof. Dr. Joaquim Martins-Filho e Prof. Dr. Élio Meneses (in memoriam), ambos do Departamento de Eletrônica e Sistemas.

O projeto de detecção de metano não progrediu com êxito e a bolsa não foi renovada em 2001 por falta de publicações em revistas internacionais. Baseado nos poucos resultados, eu apresentei meu primeiro trabalho no Brasil, no XXIV ENFMC em São Lourenço em maio de 2001, em inglês. Na ocasião, eu pedi desculpas ao público e prometi que a próxima vez seria em português. Cumpri a promessa no XIX EFNNE em Natal em novembro de 2001. Eu era tão verde com o sistema brasileiro que, na minha ignorância, eu joguei afora os certificados de apresentação. Não foi falta de respeito aos organizadores ou eventos, que eram excelentes.

Enquanto isso, eu estava profundamente envolvido nas atividades do grupo no projeto “Amplificadores Ópticos para Banda S” financiado pela Ericsson Telecomunicações com início em 2000, que me apoiou com uma bolsa da FADE de 2001 a 2002, e em que eu virei coordenador e substituto eventual do Anderson em 2004. Esses trabalhos serão descritos a seguir, pois formaram o núcleo das pesquisas realizadas na UFPE por mim.

O intuito do projeto, que tinha vigência total de 2000 a 2005, era de desenvolver e caracterizar materiais, dispositivos, sistemas e configurações, com ênfase em amplificadores, para uso na banda S (*short band*) de telecomunicações, de aproximadamente 1460 a 1530 nm. O motivo de tanto interesse por parte da Ericsson era a “inevitável” necessidade de usar a banda S, quando a banda C ficasse sem capacidade no futuro. Até agora essa necessidade não se concretizou, graças a novas tecnologias como fibras multinúcleo, novos protocolos de multiplexação e correção de erros e mitigação de não linearidades. Talvez um dia a banda S será inescapável. A tecnologia mais investigada experimentalmente por nós era amplificadores de fibra do vidro ZBLAN dopada com íons de túlio (*thulium-doped fiber amplifiers*, TDFA), enquanto teoricamente e experimentalmente investigamos amplificação paramétrica óptica em fibras altamente não lineares de sílica. Trabalhamos em conjunto com os grupos do Prof. Dr. Joaquim Martins-Filho, do DES-UFPE, Prof. Dr. Jean Pierre von de Weid, da PUC-Rio, e Dr. Walter Margulis da ACREO, Estocolmo, Suécia.

Com Jean Pierre implantamos a técnica de refletometria óptica no domínio da frequência (*optical frequency domain reflectometry*, OFDR), uma técnica parecida à tomografia óptica coerente (OTC), para medições do ganho distribuído ao longo das fibras e a otimização do comprimento das fibras. Usamos a técnica para caracterizar várias configurações de TDFA usando uma ou duas comprimentos de onda de bombeamento, e bombeamento co- ou contrapropagante. O primeiro artigo foi publicado em *Electronics Letters* no 4 de julho de 2002 e vários seguiram ao longo dos próximos anos.

Um ponto alto da produção científica foi o aceite de um prestigioso *postdeadline paper* na altamente conceituada Optical Fiber Communications Conference (OFC) em Los Angeles em 2002. O trabalho reportou a invenção de um novo esquema de bombeamento de TDFAs com dois lasers, um de 800 nm e outro de 1050 nm. Nesse esquema, a presença do bombeamento auxiliar em 800 nm significativamente aumenta o ganho e reduz o comprimento da fibra necessário, um fator importante como altíssimo custo de fibra Tm:ZBLAN (~ 300 USD/m). O esquema gerou várias publicações subsequentes em revistas internacionais e a publicação da invenção numa patente mundial, No. 7113318 nos EUA, “Dual-wavelength pumped thulium-doped optical fiber amplifier” em 2006. Foi extremamente gratificante.

Enquanto isso, o pós-doc, Dr. Stefan Lüthi se juntou ao grupo e fez contribuições importantes às pesquisas sobre TDFAs, amplificadores ópticos paramétricos em fibra (fiber optic parametric amplifier, FOPA) e conversores de frequência, usando fibras de alta não linearidade. Publicamos um trabalho experimental demonstrando amplificação e conversão de frequência para a banda C, e com o doutorando Claudio Floridia, um trabalho teórico sobre uma técnica de realizar uma banda larga e plana de amplificação em FOPAs. Essa última ideia entrou como parte de outra invenção patenteada internacionalmente, No. 7102813 nos EUA, “Continuous wave pumped parallel fiber optical parametric amplifier”.

Além de pesquisa sobre amplificadores na banda S, continuei pesquisa sobre guias de onda feita por troca protônica em niobato de lítio e a fabricação de PPLN. A ideia era de implantar um sistema de fabricação de PPLN para realizar conversores de frequência óptica para telecomunicações. Coorientei, extraoficialmente, a mestranda no novo programa de Ciências de Materiais, Valdeci Bosco dos Santos, atualmente professora doutora de Engenharia de Materiais na UFPI, num projeto de fabricação e caracterização de guias de onda planares em niobato de lítio. Admito que houvesse ocasiões com os corredores cheios de vapor de ácido benzoico, como no LPMC. Também coorientei extraoficialmente o aluno em intercâmbio da UnB, Farshad Yazdani, atualmente professor doutor de Engenharia Elétrica da UFS, sobre a cinética de inversão de domínios ferroelétricos em niobato de lítio. Esse projeto gerou uma publicação em revista internacional além de várias apresentações em congressos, incluindo a IMOC 2003, onde eu ministrei um minicurso intitulado “Domain Engineered Ferroelectrics for Photonics Applications”.

Particpei de forma significativa porém extraoficial da orientação de vários alunos de iniciação científica e pós-graduação, nos níveis de mestrado e doutorado, dos grupos de Anderson e Joaquim, incluindo: Mariana Carvalho (Física), Claudio Floridia (Física), Renato Araújo (Física) e Carmelo Bastos-Filho (Engenharia Elétrica).

De 2002 a 2004 eu atuei como Professor Visitante contratado pela UFPE, e então assumi algumas das tarefas inerentes ao cargo, como orientação oficial de dois alunos de PIBIC e a docência em sala de aula. Elaborei material de aulas práticas junto com o Prof. Dr. Glauco Maciel e ministrei turmas das seguintes disciplinas:

Física Experimental II (bacharelado)	2002/02, 2003/01, 2003/02
Instrumentação para o Ensino (licenciatura)	2002/02, 2003/02

Também atuei como monitor extraoficial de Eletromagnetismo I, ministrando aulas e resolvendo exercícios. Em termos de atividades de extensão, ministrei palestras na Escola Arco-Íris e atuei na Comissão Julgadora da VIII Ciência Jovem do Espaço Ciência.

Fica evidente pelo exposto que os quatro anos que eu passei no grupo do Anderson na UFPE foram extremamente produtivos e gratificantes, contribuindo significativamente para meu crescimento como pesquisador, docente e pessoa. Eu agradeço imensamente cada pessoa na UFPE que contribuiu e continua contribuindo ao meu progresso, algumas citadas nesse texto, e inevitavelmente algumas deixadas fora sem querer.

4.2 Universidade Federal Rural de Pernambuco

Com aproximadamente 40 anos de idade, eu percebi que estava na hora de decidir onde eu ia brotar raízes, pois a vida de cigano tem limites, para físicos pelo menos. Em dois anos eu tinha me adaptado relativamente bem à cultura brasileira (ainda tenho problemas), tinha aprendido a ler, escrever e falar português razoavelmente bem (ainda tenho problemas), e eu adorava o Brasil e especialmente o Nordeste (ainda amo). Em 2003, com a prorrogação do meu contrato de professor visitante na UFPE por mais dois anos, eu pedi a transformação do visto temporário em permanente e comecei a procurar os meios para permanecer no Brasil. Tive a oportunidade de ministrar aula e ser o primeiro coordenador do novo curso de telecomunicações da UNINASSAU, mas o salário por hora aula não comparava com o de professor visitante da UFPE. Comecei a procurar concursos públicos que finalmente estavam começando a aparecer no início do governo Lula. Era muito frustrante, pois a maioria, ilegalmente segundo a jurisprudência, cobrava visto permanente dos estrangeiros para participar do concurso.

No final de 2003 finalmente apareceu a primeira oportunidade e eu me inscrevi no concurso do Instituto de Física Gleb Wataghin da UNICAMP, da esperança de trabalhar com Prof. Dr. Hugo Fragnito ou Prof. Dr. Brito Cruz. Pelo edital era uma vaga perfeita para mim:

óptica não linear, materiais e dispositivos fotônicos, espectroscopia linear e não linear, geração de fótons gêmeos, e sistemas de comunicações ópticas em fibras e suas não linearidades. Eu tinha pelo menos a metade do perfil do candidato procurado. O concurso foi realizado no início de 2004 e foi meu primeiro concurso público. Eu estava totalmente despreparado, pois os meses anteriores tinham sido muito complicados com a compra da primeira casa própria e problemas de saúde do meu marido. A prova oral foi um desastre total, mas fiquei classificado em segundo lugar atrás do Luis Araujo, que mereceu a vaga e permanece no IFGW até hoje. Eu ainda estava sem emprego fixo, porém satisfeito.

No mesmo tempo um concurso foi aberto no novo Núcleo de Engenharia Elétrica do Departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe. Era uma possibilidade interessante de combinar física e engenharia elétrica e participar na fundação de um novo programa (que eventualmente virou um curso e departamento). Eu me inscrevi, elaborei um projeto interessante, comecei a estudar os pontos, e eu era o único candidato.

Simultaneamente, para minha alegria, um concurso foi aberto para um professor de física geral no Departamento de Física e Matemática (DFM) da UFRPE. Eu fiquei muito empolgado, pois eu sabia da chegada do Prof. Dr. Artur da Silva Gouveia-Neto da UFAL para implantar um programa de pesquisa em fotônica e óptica não linear, algo inédito na UFRPE. E, a UFRPE está em Recife, onde eu tinha bons motivos pessoais para ficar: a nova casa própria e um processo de adoção de filhos aprovado na justiça e eu esperando minha vez na fila. Fiz a inscrição, junto com mais 18 candidatos.

A alegria diminuiu bastante quando os cronogramas das provas foram publicados, pois estavam marcados para serem realizadas na mesma semana. Mas, a escolha foi óbvia: somente um candidato na UFS e 19 na UFRPE. Eu precisava apostar nas probabilidades de sucesso.

Na semana anterior das provas, a UFS adiou o concurso, abrindo a possibilidade de fazer o da UFRPE, e eu não tinha nada a perder. Nos poucos dias que eu tinha antes do concurso, estudei tudo que era possível dos pontos, incluindo forças centrais no domingo antes da prova escrita. Parece destino, pois o ponto sorteado era forças centrais, longe de ser meu ponto preferido, mas pelo menos o assunto estava fresco na cabeça. Tirei nota 7, passei raspando. Com essa notícia maravilhosa, eu me disse “Eu vou passar nesse concurso!”. O ponto na prova didática foi potenciais termodinâmicos, e eu tinha 24 horas para preparar a melhor aula da minha vida sobre um assunto que eu nem sabia do que tratava! Mas é aqui onde a minha experiência docente na Koç se provou muito valioso, enquanto minha falta de estudos formais em física no nível de pós-graduação me atrapalhou. Corri para consultar meu

pequeno livro de termodinâmica da graduação, escrito por Enrico Fermi, e outros fontes como o famoso Callen, e claro, a internet. Percebi que eu tinha visto o assunto 20 anos antes em uma única aula no bacharelado e de não ter entendido nada na época. Preparei a parte teórica, inclui alguns exemplos práticos como entalpia, e dei a aula, confiante.

Passei em primeiro lugar no concurso dos nove candidatos que fizeram todas as provas, do total de 19 inscritos. Tomei posse como Professor Adjunto I de Física na Universidade Federal Rural de Pernambuco em 03 de maio de 2004.

O ano de 2004 foi meu *annus mirabilis* pessoal: meu visto permanente foi aprovado, passei no concurso e tomei posse na UFRPE, e adotamos dois filhos maravilhosos. Tudo deu certo. Eu me senti muito feliz, satisfeito, realizado, e pronto para atuar com zelo e responsabilidade como servidor público federal, algo que eu continuo fazendo até hoje e continuarei fazendo até o fim dessa jornada.

Logo eu estava ministrando aula de física para turmas de Licenciatura em Física, Agronomia e Engenharia Agrícola e Ambiental. Mais uma vez minha experiência com a diversidade do corpo discente da Koç me serviu bem. Claro que houve alguns problemas, pois qual professor recém-chegado não passa pelas provas de fogo dos alunos? Ao longo dos últimos anos eu ministrei várias disciplinas em vários cursos, especialmente no nível de graduação. Preciso dizer que, apesar de reconhecer o valor de cada nível de instrução, tenho uma preferência para a graduação, onde eu sinto que estou fazendo uma contribuição maior à sociedade em geral. Tenho certeza que tal preferência tem origens na minha graduação no RHIT. Somente ministrei uma disciplina no Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada até ser desligado em 2011 e até agora somente uma no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. A relação completa das disciplinas ministradas na UFRPE segue.

Quadro 1 – Relação de Disciplinas Ministradas na UFRPE

Disciplina	Nível	Cursos*
Eletrônica	Graduação	LF
Física Geral e Experimental I	Graduação	LF
Física Geral e Experimental III	Graduação	LF
Física Geral e Experimental IV	Graduação	LF
Física Moderna	Graduação	LF
Física Aplicada	Graduação	LF
Física Contemporânea	Graduação	LF
Introdução à Fotônica	Graduação	LF
Física Básica III	Graduação	LF
Fundamentals of Electro-Optics	Graduação	LF, Aula Global
Física Geral I	Graduação	EA
Física Geral II	Graduação	EA
Física para Computação	Graduação	SI

Física para Engenharia I	Graduação	SF
Física para Engenharia II	Graduação	SF, SP
Física do Ambiente Agrícola	Graduação	SA
Física Geral Z	Graduação	SZ
Física II	Graduação	SF
Física 12	Graduação	SF
Física 13	Graduação	SA
Física L1	Graduação	LQ
Física L2	Graduação	LQ
Eletromagnetismo	Mestrado	MNPEF
Teoria Eletromagnética	Mestrado	PPGFA

* LF=Licenciatura em Física, LQ=Licenciatura em Química, EA=Engenharia Agrícola e Ambiental, SA=Agronomia, SI=Bacharelado em Sistemas de Informação, SF=Engenharia Florestal, SP=Engenharia de Pesca, SZ=Zootecnia, MNPEF=Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, PPGFA=Programa de Pós-graduação em Física Aplicada, Aula Global=aula virtual ministrado internacionalmente.

Como pode ser visto, houve uma concentração nas disciplinas de eletrônica, eletromagnetismo e óptica, condizente com a minha formação. Estou pronto para me desafiar com outras disciplinas, como, por exemplo, termodinâmica ou mecânica clássica ou quântica.

A disciplina Fundamentals of Electro-Optics foi uma experiência nova, valiosa e divertida. Em 2021 o Núcleo de Internacionalização (NINTER) da UFRPE inaugurou um novo e inédito Programa de Mobilidade Virtual para alunos da graduação, com uma chamada para propostas de disciplinas. O objetivo era de aproveitar da situação de isolamento social e a tecnologia de aulas remotas para ministrar disciplinas da UFRPE em inglês aos parceiros internacionais da UFRPE. Houve duas modalidades: Mobilidade Virtual, uma disciplina regular de um curso de graduação ministrada por um docente da UFRPE, e Aula Global, uma disciplina regular ou não, ministrada em conjunto por um professor no exterior. Imediatamente eu pensei no meu colega e amigo Prof. Dr. Glenn Boreman da University of North Carolina-Charlotte. Nossa proposta foi aceita pelo NINTER, e ministramos 15 horas de aula virtual síncrona sobre óptica e eletro-óptica a quatro alunos de LF e dois alunos de física da Universidad Nacional de Colômbia em Bogotá. Foi uma experiência ímpar para todos os envolvidos, e pretendamos repetir a disciplina ou ofertar outra no futuro.

Apesar de cada uma das quatro colunas da academia - ensino, pesquisa, extensão e administração - ser extremamente importante e essencial, eu sempre considerei o ensino com sendo a base de tudo. Sem o ensino, as outras não se sustentam. Por isso eu sempre dei prioridade às minhas atividades de ensino, me esforçando ao máximo. Em compensação, fui

homenageado por várias turmas de LF ao longo dos anos. Também fica evidente a minha atuação, com sucesso, em vários cursos das engenharias e ciências agrárias. Parece ridículo, mas tenho uma meta de, um dia, ser homenageado por um desses cursos também. Se não acontecer, tudo bem, pois cito abaixo um recado, que eu até tenho no meu Instagram, que um discente, infelizmente reprovado, deixou para mim numa prova final da disciplina Física do Ambiente Agrícola:

Professor Mike, fiz o máximo que deu para fazer. Gostei bastante da prova e ao mesmo tempo sei que não alcançarei à média. No entanto me sinto muito feliz em poder chegar até a final da disciplina. O senhor foi o melhor professor que eu já tive em toda a minha vida, atencioso com seus alunos e preocupado para que todos aprendam, e procurando passar o conteúdo sempre da melhor forma.

Obrigado por tudo só tenho a agradecer e nada a reclamar. E que o senhor sirva de exemplo para outros profissionais.

Discente de Agronomia, 2018

É exatamente por isso que estou aqui, e pretendo continuar ministrando aula com dedicação, responsabilidade e entusiasmo até o final da minha carreira.

Tive a honra de orientar 15 alunos de monografia do curso de Licenciatura em Física, de 2006 até 2016, meu primeiro e mais talentoso sendo o Renato Barbosa da Silva, formado em 2007. Ao organizar os dados para elaborar esse memorial, fiquei curioso para saber o motivo de parar de orientar em 2016. Imaginei que eu tinha perdido comprovantes. De fato, a monografia virou atividade optativa do LF em 2016, e desde então quase todas as monografias são referentes a projetos de iniciação científica.

Alguns dos meus orientandos se destacaram durante a monografia e na continuação das vidas profissionais, e estão enumerados aqui:

Renato Barbosa da Silva (Lic. Física, 2007)
 “Princípios básicos da junção p-n e fotodiodos”
 Doutorado em Ciências de Materiais, UFPE, 2015
<http://lattes.cnpq.br/5275801168300660>

Rodrigo Prazeres de Holanda (Lic. Física 2007)

“O Uso Eficiente da Energia em Domicílios”

Mestrado em Ensino de Física, MNPEF-UFPE, 2017

Professor efetivo de Física, EREM Conde Pereira Carneiro, São Lourenço da Mata-PE

<http://lattes.cnpq.br/9436107260263429>

Carlos Rodrigo Moura Cavalcante (Lic. Física, 2014)

Intercâmbio Programa de Licenciaturas Internacionais, Univ. Coimbra, 2010-2012

“Determinação dos modos LP de propagação em fibras ópticas do tipo degrau e simulação utilizando o COMSOL Multiphysics 4.2”

Mestrado em Física Aplicada, UFRPE, 2016

Professor efetivo de Física IFRN - Macau

<http://lattes.cnpq.br/7243361532332932>

Rodrigo Caitano Barbosa da Silva (Lic. Física 2015)

Intercâmbio Programa de Licenciaturas Internacionais, Univ. Coimbra, 2010-2012

“Laboratório livre usando microcontroladores: Uma abordagem interdisciplinar para o ensino de física na educação básica”

Mestrado Física Aplicada, UFRPE, 2019

Doutorando Ciencias Naturales y Aplicadas (Física), Univ. Navarra, Espanha, 2019 - presente

<http://lattes.cnpq.br/5423939308009304>

Obviamente eu não posso assumir o crédito pelo sucesso desses alunos dedicados e talentosos, mas acredito que eu fiz algumas contribuições importantes.

Quando eu entrei na UFRPE em 2004, eu continuei atuando como co-coordenador no projeto da Ericsson bem como no Projeto GIGA – “Rede Experimental de Alta Velocidade” da CPqD, ambos coordenados pelo Anderson Gomes da UFPE. Logo eu inseri meu primeiro aluno de PIBIC, Renato Barbosa da Silva, agora doutor em Ciências de Materiais da UFPE, nas pesquisas dos projetos. Demonstramos um conversor e frequência óptica entre a banda S e todas as outras bandas de telecomunicações, baseado em guias de onda em PPLN e bombeado por um laser de diodo CW. O trabalho foi apresentado por mim no conceituado congresso Conference of Electro-Optics and Lasers Europe (CLEO Europe) em 2005. O relatório final de PIBIC do Renato foi homenageado com sendo o melhor do DFM em 2005.

Em 2005 eu fui agraciado com uma prestigiosa Bolsa de Produtividade em Pesquisa, PQ-2, do CNPq. Continuei insistindo no projeto de fabricação e caracterização de guias de onda em PPLN para conversão de frequência, usando equipamento emprestado da UFPE para tentar montar o sistema na UFRPE, junto com alunos de PIBIC. Conseguimos fabricar

pequenas amostras de PPLN de 0,5 mm de espessura e com uma grade de periodicidade de 10 μm , porém de tamanho e qualidade insuficiente para aplicações. Nunca realizei um guia de onda na UFRPE. Eu comecei a perceber que eu estava repetindo o “erro” do início do meu doutorado: tentado realizar um processo extremamente complexo, sem alunos de doutorado, sem técnicos, e sem a infraestrutura necessária (neste caso uma sala limpa e oficina de óptica). Comparado com muitos colegas eu tinha sorte de ter o financiamento de dois projetos Universal do CNPq sob a minha coordenação, 2005-2007 no valor de R\$15.000 e 2007-2009 no valor de R\$61.000. Eu tinha feito duas missões ao exterior para colaborar com meus colegas no LPMC em Nice, França. Não era dinheiro que estava faltando. E não consegui publicar os artigos necessários para manter a bolsa de produtividade em 2008. Terminei as orientações dos alunos PIBIC (Sérgio Borges da Silva, Evandro Freitas da Silva e Tiago Augusto da Silva Ferreira) e encerrei o projeto de PPLN, infelizmente.

Em 2013 eu vi uma oportunidade imperdível: o edital do programa de Intercâmbio de Sociedade Brasileira de Física (SBF) e American Physical Society (APS) na categoria Cátedras de Pesquisadores. Trata-se de uma colaboração entre as duas sociedades de física para realizar intercâmbios entre o Brasil e os EUA de alunos de pós-graduação bem como professores/pesquisadores. Submeti uma proposta para fazer uma missão científica com meu amigo do CREOL, Prof. Dr. Glenn Boreman, Diretor do Department of Physics and Optical Science da University of North Carolina-Charlotte. A proposta foi de ministrar um minicurso de dois dias sobre óptica não linear guiada para os alunos e professores da UNCC, bem como realizar pesquisa usando elipsometria espectroscópica no visível e infravermelho para medir, sobre uma banda muito larga de frequências e com alta precisão, a função dielétrica de prata.

Prata é um material extremamente importante para aplicações como metamateriais, plasmônica e antenas ópticas. É imprescindível conhecer bem as suas propriedades para projetar corretamente dispositivos funcionais, porém há muita discrepância entre os dados publicados na literatura. A proposta foi aprovada, porém sem tempo hábil para aproveitar dos recursos no período planejado, então eu fui durante minhas férias para realizar as pesquisas.

Trabalhando com o aluno de doutorado Jeffrey D’Archangel e o pós-doc Eric Tucker, preparamos filmes finos de prata e usamos elipsometria para medir a refletância e defasagem de várias amostras preparadas de formas diferentes, e incluindo um monocristal polido de prata. Eu ajudei com caracterização das amostras por microscopia de força atômica, realizei a coleta de dados dos elipsômetros e iniciei o tratamento dos dados crus.

Markus Rashke e seu pós-doc Honghua Yang da University of Colorado ficaram responsáveis pelo tratamento teórico, desenvolvendo e aplicando um modificado modelo

Drude para ajustar os dados e retirar dados importantes como o tempo de relaxamento, além da função dielétrica de 300 nm na UV até 25 μm na infravermelha. Os resultados foram excelentes, e levaram à publicação do artigo mais impactante da minha carreira até o momento, “Optical dielectric function of silver”, de H.U. Yang, *et al*, publicado na Physical Review B em 2015 [12]. Segundo Web of Science, até março de 2022 o artigo já tinha sido citado 279 vezes e foi reconhecido como um “*highly cited paper*”, por estar no primeiro 1% da área de física em 2015.

The image shows a screenshot of the Web of Science interface. At the top, there's a navigation bar with 'Web of Science' and search options. Below that, a search bar shows the query 'SUNDHEIMER M (Author) OR SUNDHEIMER MICHAEL L (A)'. The main content area displays '37 results from Web of Science Core Collection for:'. A prominent pop-up notification in the center reads: 'As of March/April 2022, this highly cited paper received enough citations to place it in the top 1% of the academic field of Physics based on a highly cited threshold for the field and publication year.' Below the notification, the search results are visible, with the top result being 'Optical dielectric function of silver' by Yang, HHU; D'Archangel, J.; Baschke, MB, published in PHYSICAL REVIEW B 91 (23) on Jun 22 2015. To the right of the result, statistics show '279 Citations' and '87 References'. The interface also includes various filters and a 'Close' button for the notification.

Fig. 2. “Optical dielectric function of silver”, Web of Science highly-cited paper.
Fonte: www-webofscience.ez1.periodicos.capes.gov.br, acessado em 16/07/2022.

Nossa esperança é que os dados reportados comecem a ser usados como valores de referência, substituindo os dados clássicos ainda utilizados como os de Johnson e Christy de 1972 ou o famoso *Handbook of Optical Constants* de E. D. Palik, 1997.

Voltei à UNCC em 2014 para ministrar o minicurso, com um público de 21 participantes, incluindo professores da UNCC, alunos de graduação e pós-graduação, e até um aluno de ensino médio. Voltei de novo em 2015 para continuar a pesquisa, considerando que extrapolação dos dados para baixas frequências indicou algumas divergências como, por exemplo, na condutividade DC de prata, que é muito bem conhecida. Fomos ao Redstone Arsenal da U.S. Army em Huntsville, Alabama, para trabalhar com Dr. Henry Everett e um

elipsômetro operando na faixa de THz. Os dados foram inconclusivos, devido principalmente à alta difração e a área grande do feixe comparado com o tamanho das amostras.

Particpei do Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada da UFRPE no nível de mestrado a partir do início em 2008. Orientei, junto com a valiosa co-orientação do Prof. Dr. Carlos Bosco, somente um aluno de mestrado, Gilberto Oliveira de Nascimento, que defendeu a dissertação “Construção e caracterização de um laser de titânio:safira” em agosto de 2011. O laser por ele construído funcionou muito bem, gerando pulsos de duração da ordem de 80 fs, sintonizáveis de aproximadamente 750 a 900 nm. Infelizmente o laser foi desmontado em 2015 ao mudar para o prédio atual do DF e ainda não foi remontado. No mesmo projeto, orientei dois bolsistas de PIBIC-Ensino Médio da rede pública de ensino sobre a montagem e caracterização de fotodiodos para uso com o laser, uma atividade que me agradou muito.

Por falta da quantidade mínima de publicações, fui desligado do PPGFA logo depois. Não querendo parar, foi necessário buscar outras avenidas para ser produtivo. Fruto da minha atuação como Coordenador no curso de Licenciatura em Física de 2010 a 2012 e participação no programa PIBID (a serem discutidas mais adiante), e sentindo que minha atuação em pesquisa em fotônica talvez estivesse se encerrando, eu comecei a me interessar na área de ensino de física e robótica educacional. Comecei a minha atual linha de pesquisa: tecnologias da informação e comunicação (TICs), microcontroladores do tipo Arduino, robótica educacional tipo *maker* e da LEGO no ensino de física. Entre 2015 e 2019 orientei seis bolsistas de PIBIC-Ensino Médio nessa linha de pesquisa, todos da rede pública de ensino, a maioria deles do pequeno município de Araçoiaba-PE, o mais distante e menos desenvolvido de todos na Região Metropolitana de Recife, algo extremamente gratificante.

Sob a orientação principal do Prof. Dr. Alexandro Tenório, co-orientei o João Paulo da Silva Santos num projeto de robótica educacional no Mestrado em Ensino de Ciências da UFRPE com defesa em 2016. Orientei Naltilene Teixeira Costa Silva do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que defendeu a dissertação intitulada “O ensino de tópicos de cinemática através da robótica educacional” em 2019. No momento a Naltilene está cursando o doutorado em Ensino de Física na UFMT.

Orientei dois alunos do programa Bolsa de Incentivo Acadêmico (BIA) da FACEPE, em projetos relacionados ao ensino de física e a robótica educacional. Na UFRPE o programa BIA é coordenado pela Pró-reitoria de Ensino de Graduação (PREG) e a bolsa é dada aos alunos do primeiro período oriundos da rede pública de ensino com maior nota no ENEM. Infelizmente os dois bolsistas desistiram do curso no primeiro ano, que não é incomum.

Também realizo atividades de extensão nesta linha através do Programa de Educação Tutorial (PET) bem como em projetos de extensão. Eu discutirei o PET no próximo capítulo. Em 2017 aprovei um projeto de Bolsas e Extensão (BEXT) intitulado “Capacitação de professores e alunos da rede pública de ensino no uso de microcontroladores para o ensino de física, eletrônica, computação, automação e robótica livre”. Neste projeto quatro bolsistas montaram kits de microcontroladores Arduino e vários componentes e sensores e elaboraram um conjunto de atividades para ensinar os fundamentos de Arduino aos alunos e professores de duas instituições de ensino público e uma organização filantrópica oferecendo cursos aos moradores de bairros populares. No momento estou elaborando um novo projeto parecido.

Outra atividade expressiva de extensão é a minha participação na Exposição de Ciência e Tecnologia de Camaragibe, EXPOTEC, anualmente de 2014 a 2019 (não foi realizada desde a pandemia). A EXPOTEC (www.expotec.ufrpe.br) é uma feira de ciência e tecnologia originalmente realizada pela Escola Estadual Ministro Jarbas Passarinho em Camaragibe-PE, que recebeu a participação da UFRPE em 2011 graças ao PIBID. A parceria foi formalizada com a aprovação de um projeto de financiamento do CNPq sob a coordenação do Prof. Dr. Ricardo de Aguiar Pacheco, do Departamento de História em 2013, que continuou até 2019. O Coordenador local é Prof. Luiz Carlos de Araújo Neto, professor de Matemática da escola. Em 2014 participei como membro da Comissão Técnica e como Avaliador. Sendo encantado com o projeto, nos anos seguintes eu assumi um papel maior, servindo na Comissão Técnica e na Comissão de Coordenação, principalmente na tarefa de divulgação da feira em colégios locais e a seleção de monitores, tipicamente alunos de graduação ou pós-graduação da UFRPE.

Entre rapidamente nos encargos administrativos da UFRPE, começando a atuar em Colegiados de Coordenação Didática (CCDs) de cursos em 2005, uma tarefa que eu levo a sério e continuo fazendo até hoje. No mesmo ano assumi a posição de Supervisor da Área de Física, sendo responsável pela distribuição dos encargos didáticos do departamento em cada semestre. Obviamente é uma posição que requer muita paciência, conversa, e negociação, pois não é possível satisfazer todos, o tempo todo. Eu sempre tentei realizar a distribuição da forma mais igualitária e justa possível. Sei que eu errei às vezes, que nem todos ficaram satisfeitos em cada semestre, mas fiz meu melhor possível. Também enquanto Supervisor eu criei e ministrei a disciplina optativa “Introdução a Fotônica” para o curso de LF.

Servi como Supervisor da Área até 2010, cinco longos anos, quando fui eleito o Coordenador do Curso de Licenciatura em Física, um cargo ocupado por mim até o final de 2012. Com a Coordenação de volta ao Departamento (desde 2006 o Departamento de Física,

DF), me esforcei para organizar uma sala para realizar as tarefas administrativas, reuniões e atender alunos da uma forma adequada. Coloquei a Coordenação em ordem, fisicamente, para melhor exercer minhas responsabilidades ao curso. Participei ativamente das reuniões da Câmara de Ensino, do pleno do CEPE, e os demais fóruns, sempre lutando para o bem estar do curso de Licenciatura em Física. Por exemplo, quando algumas turmas do LF foram alocadas no novo prédio de Educação Física, com garantia de elevador e climatização que não se concretizou por motivos de infraestrutura da rede elétrica, instauramos, com a aprovação do CCD, uma paralisação do curso. A paralisação foi encerrada dentro de uma semana com a instalação de um gerador.

Em 2008 a 2009 eu tinha participado ativamente na elaboração do primeiro projeto institucional do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência -PIBID e fui indicado na seleção interna da UFRPE para ser o coordenador do PIBID-Física, cargo que eu repassei para meu colega Prof. Dr. Wictor Carlos Magno do DF. Como Coordenador do LF eu continuei participando ativamente no planejamento e acompanhamento das atividades institucionais e do PIBID, e atuei como orientador de pelo menos seis alunos de PIBID-Física.

Enquanto Coordenador eu participei ativamente da elaboração e execução dos projetos institucionais PLI – Programa de Licenciaturas Internacionais da CAPES, aprovados em 2010, 2011 e 2012. Totalmente diferente do que Ciências sem Fronteiras, o PLI era um programa fantástico de graduação sanduíche na conceituada Universidade de Coimbra em Portugal. Os alunos selecionados, todos de cursos de licenciatura na UFRPE, passaram dois anos em Coimbra estudando os conteúdos específicos dos respectivos cursos. Ao voltar e terminar na UFRPE, receberam dupla titulação: licenciados pela UFRPE e uma licenciatura da Universidade de Coimbra (que é equivalente a um bacharelado no Brasil) com validade internacional pelo convênio ERASMUS. Dois físicos de destaque que se formaram pelo PLI são Carlos Rodrigo Moura Cavalcante (Lic. Física 2014, MS Física Aplicada UFRPE 2016, professor efetivo IFRN-Macau) e Rodrigo Caitano Barbosa da Silva (Lic. Física 2015, MS Física Aplicada UFRPE 2019, doutorando Univ. Navarra, Espanha). Era um programa excelente, atestado pelos dois concluintes mencionados; é uma pena enorme que o programa foi descontinuado pela CAPES em 2014.

Também em 2010 eu elaborei e submeti o projeto para concorrer no Edital 09/2010 MEC/SESu/SECAD para a criação de 300 novos grupos do Programa de Educação Tutorial, PET. Meu projeto interdisciplinar, “A Ciranda da Ciência”, foi aprovado na concorrência local e logo depois nacionalmente. Por ser minha maior contribuição à UFRPE e à sociedade em geral, o grupo Ciranda será discutido em detalhe no Capítulo 5 – Meus Legados.

No final do meu mandato como Coordenador, em 2012, participei ativamente, junto com vários colegas das licenciaturas, na elaboração do projeto LIFE – Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores sob a coordenação do Prof. Dr. Thiago Dias Oliveira Silva do Departamento de Matemática, do Edital 035/2012 CAPES. O projeto previu a instalação de um laboratório multi e interdisciplinar para os cursos de licenciatura em física, química, matemática e ciência de computação. O projeto foi aprovado com um financiamento de aproximadamente R\$200.000 para equipamento capital, e o Prof. Thiago implantou uma infraestrutura multiusuário ímpar no Departamento de Matemática. Eu continuo sendo um dos usuários principais do LIFE, para a realização de oficinas de microcontroladores em eventos como as Semanas de Física e atividades de robótica educacional com alunos de Licenciatura em Física e bolsistas do PIBIC-Ensino Médio.

Ao longo dos anos, atuei em CCDs de vários cursos, incluindo LF, no Conselho Técnico Administrativo (CTA) e em vários comitês e comissões do DF, alguns presididos por mim. Cito em particular a minha atuação em: o Comitê do PIBIC, a Comissão de Extensão, a Comissão de Pesquisa, a Comissão de Monitoria, a Comissão de Estágio Probatório e Estabilidade, a Comissão de Avaliação de Progressão Docente, e o Comitê Local de Acompanhamento e Avaliação do PET.

Ao longo dos anos atuei em vários concursos públicos e processos seletivos, de professor efetivo, professor substituto e temporário e de monitoria, PET e cursos de pós-graduação. Presidi a banca examinadora do concurso para professor efetivo de física na nova Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da UFRPE em 2006 e a banca do concurso para física/ciência de materiais na nova Unidade Acadêmica de Cabo de Santo Agostinho (UACSA) em 2012.

Desde fevereiro de 2020 atuo com entusiasmo como Coordenador do Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) Polo 58-UFRPE, coordenado nacionalmente pela Sociedade Brasileira de Física. O MNPEF será discutido no Capítulo 5.

Sou sócio da Optical Society of America (OSA) hoje chamada Optica, de forma continuada desde 1985, da Sociedade de Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) de 1984 a 1990 e desde 2017, e da Sociedade Brasileira de Física (SBF) desde 2001.

Acabamos de ver um breve resumo da minha atuação com professor de Física na Universidade Federal Rural de Pernambuco, de 2004 até a presente data. Discuti as atividades cotidianas de um professor universitário, as conquistas e as derrotas. Certamente eu me esqueci de muitas atividades e acontecimentos, e o tempo e espaço exigiram que outros

fossem deixados fora. No próximo capítulo são apresentadas as realizações que eu considero como as mais importantes na UFRPE.

CAPÍTULO 5

MEUS LEGADOS

Nos capítulos anteriores foi visto meu passado escolar, acadêmico e profissional. Neste capítulo eu gostaria de focar no presente e o futuro, resumindo as realizações que eu considero a serem meus legados para a UFRPE e a sociedade em geral.

5.1 Publicações

Obviamente, minhas publicações acadêmicas são meu legado para a comunidade científica. Tenho um total de 27 artigos completos publicados em revistas com revisão por pares, sendo 25 deles em revistas internacionais, um artigo completo publicado nos *Proceedings* da SPIE e três capítulos de livro, dois sendo e-books. A lista completa se encontra nos anexos. Além disso, tenho vários resumos publicados em anais de eventos internacionais e nacionais, incluindo dois trabalhos *postdeadline* e três trabalhos convidados em congressos internacionais.

Em termos de métricas, usando a busca por autores Sundheimer, M. L. or Sundheimer, ML or Sundheimer, M. or Sundheimer Michael L., a Collection Principal da Web of Science mostra as seguintes estatísticas em 16/07/2022:

31 publicações
Índice H de 13
1169 total de citações
833 artigos citando as publicações
Mediana no 60º percentil de citações

Enquanto o Citation Report da Web of Science mostra:

36 publicações
Índice H de 13
906 artigos citando as publicações, 898 sem autocitações
971 vezes citado, sendo 960 sem autocitações

Segundo a plataforma Scopus, em 16/07/2022 tenho 49 trabalhos indexados e um índice H de 15, com 1066 citações feitas por 971 documentos.

Antes de discutir os dados, é interessante mostrar a evolução temporal das citações, apresentada na Fig. 3.

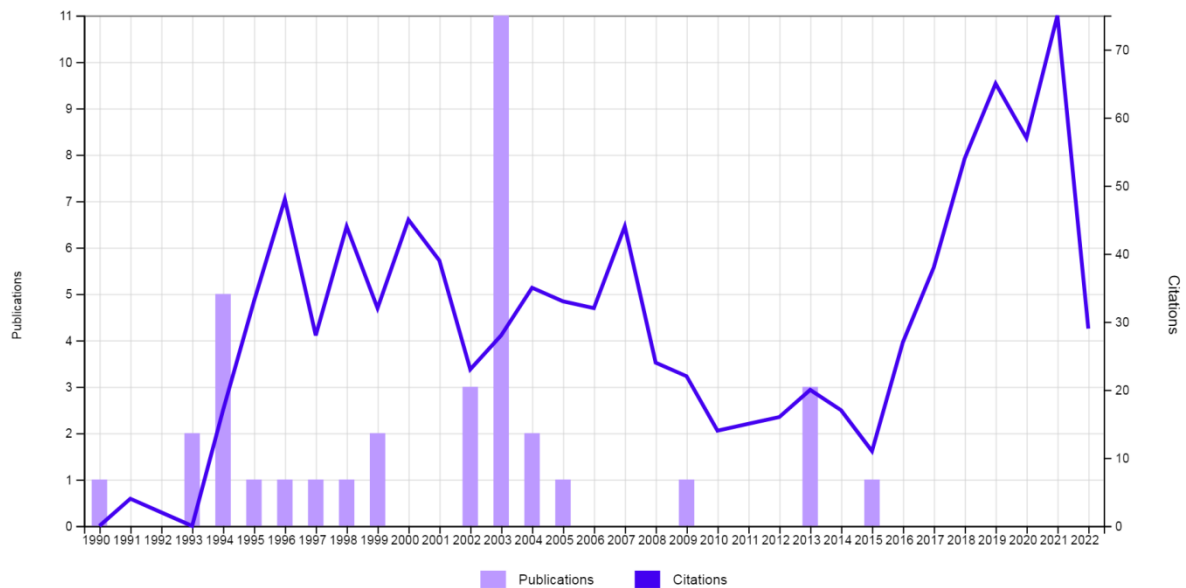


Fig. 3. Evolução temporal do número de publicações e citações.
Fonte: www-webofscience.ez1.periodicos.capes.gov.br, acessado em 16/07/2022.

Um índice H de 13 poderia ser considerado baixo para um bolsista de produtividade do CNPq, mais eu o considero razoável no meu caso por ser um pesquisador com quase a totalidade da carreira em universidades sem programas de doutorado ou até sem programas de pós-graduação. Como qualquer pesquisador, tenho artigos sem citação, mas tenho um número razoável de artigos com uma quantidade elevada de citações, indicando a relevância do meu trabalho em geral. A quantidade de citações da ordem de mil e a mediana no 60º percentil de citações atestam ao impacto da minha produção.

A evolução temporal da Fig. 3 mostra claramente os momentos de maior produtividade e a lacuna desde 2005. Acho interessante que as citações continuam numa média de aproximadamente 25 por ano durante a lacuna, mais uma vez indicando a relevância do trabalho realizado na UA, LPMC e UFPE. O aumento de citações a partir de 2015 é

expressivo, devido à publicação do artigo sobre prata na *Physical Review B*. Acredito que o declínio final em 2022 seja um artefato da data de coleta dos dados.

5.2 O Laboratório de Óptica e Lasers (LOL)

Ao chegar à UFRPE em 2004, o único laboratório experimental em física era o Laboratório de Fotônica do Prof. Dr. Artur da Silva Gouveia-Neto. A linha de pesquisa principal do laboratório era a medição de emissão de radiação via processos não lineares com conversão ascendente (*upconversion*), em vidros de várias composições e dopantes. Eram trabalhos bem interessantes, relacionados com minhas linhas de pesquisa. Ajudei com os experimentos quando possível, e ao mesmo tempo iniciei minhas pesquisas sobre o niobato de lítio num canto do laboratório generosamente cedido a mim.

Mas qualquer experimental sabe das dificuldades em compartilhar um laboratório, especialmente de óptica: luzes acesas, luzes apagadas, feixes de laser possivelmente perigosos, e como sempre a falta de equipamento e espaço. Eu almejava ter meu próprio laboratório, como qualquer pesquisador.

Meu projeto Universal 2005 só financiou um computador, impressora, uma missão ao LPMC, alguns reagentes, e um pendrive de 1 GB no valor exorbitante de R\$300. Enquanto isso eu usava equipamento emprestado do Anderson Gomes: um amplificador de alta voltagem, gerador de função arbitrária, osciloscópio, e um computador para aquisição de dados.

Com a aprovação do meu projeto Universal 2007 no valor de R\$61.000 e incluindo custeio, era possível pensar na aquisição de equipamentos e componentes, visando não somente a fabricação de PPLN, mas também as suas aplicações em conversão de frequência, em particular, revisitar o trabalho do padrão de frequência na banda C publicado em 2003. Eu comecei a comprar equipamentos de uso geral como amplificador lock-in, osciloscópio, gerador de função arbitrária, medidores de potência, e componentes ópticos e optomecânicos. E, eu iniciei o processo de compra e importação dos EUA de uma mesa óptica de isolamento de vibrações da TMC, de tamanho razoável, 1,2 m x 2,4 m, junto com um estante para apoiar equipamentos por cima da mesa.

Eu também era participante, de 2005 a 2008, do “Instituto do Milênio Óptica Não Linear, Fotônica e Bio-Fotônica” coordenado pelo Prof. Dr. Cid B. Araújo do DF-UFPE, que forneceu recursos significativos como um laser HeNe estabilizado em frequência. A participação mais importante foi do “Núcleo de Excelência em Física Atômica e Óptica Quântica - FAQQ” do programa PRONEX/FACEPE, coordenador pelo Prof. Dr. Lúcio H.

Acioli do DF-UFPE, de vigência de 01/2007 a 11/2013. Meus subprojetos no FAOQ arrecadaram da ordem de R\$200.000 para uso no DF-UFRPE. Enquanto esperando a entrega da mesa óptica, comecei a comprar equipamentos de pequeno porte como visor infravermelho, espectrômetro, medidor de potência, equipamentos optomecânicos essenciais como bases, suportes, postes, montagens de espelhos e lentes, e posicionadores micrométricos. Comprei diversos componentes ópticos e optoeletrônicos como lentes de distância focal variada, espelhos no visível e infravermelho, divisores de feixe, polarizadores, filtros, detectores, e até um sistema de detecção de fótons únicos, visando possíveis experimentos em óptica quântica.

Em junho de 2009 a mesa óptica finalmente chegou ao Recife. Agora eu tinha criado um problema para resolver, onde instalar a mesa? Com colegas do DF decidimos juntar os dois laboratórios de ensino em um só, e eu ocupei o outro, no Bloco 8 do Prédio Central da UFRPE. Era o nascimento do Laboratório de Óptica Não Linear, hoje conhecido como Laboratório de Óptica e Lasers, o LOL.

Eu queria um laser Ti:safira, o carro chefe de quase qualquer laboratório de óptica. Mesmo com os recursos generosos do FAOQ não era possível comprar o conjunto inteiro, laser de bombeamento e laser T:safira. Em 2011 comprei o laser de bombeamento, um Coherent Verde Nd:YAG funcionando no CW e fornecendo até 6 W de potência. O Verdi pôde servir para outros experimentos como, por exemplo, geração de fótons gêmeos, enquanto aguardar a aquisição ou construção de um laser Ti:safira posterior.

Logo depois o mestrando em física Aplicada, Gilberto Oliveira, começou a montagem de um laser T:safira que foi descrita no capítulo anterior, e o LOL estava funcionando. Meu colega Prof. Dr. Wictor Magno completou o LOL com a generosa doação de uma segunda mesa óptica, essa caseira, do Prof. Dr. Wellington Tabosa do DF-UFPE.

Eu continuei captando recursos importantes, através dos Editais PROINFRA da FINEP/MCT e PROEQUIPAMENTOS da CAPES, com projetos institucionais envolvendo o PPGFA. Adquiriti um serra de fio diamantado de alta precisão para cortes delicadas de amostras e um laser Ti:safira CW estabilizado monofrequência da BR Labs em Campinas. Agradeço o apoio do então coordenador do PPGFA, Prof. Dr. Paulo Campos, na aquisição desses equipamentos.

Apesar de ter um laboratório novo, bem equipado e “meu”, mais uma vez ficou evidente que não basta ter recursos físicos ou financeiros, precisa ter recursos humanos, e eu não tinha. Minha atuação em pesquisa em óptica estava em declínio, como exposto anteriormente, enquanto o Wictor estava em fase inicial de pesquisa experimental na UFRPE.

O LOL foi bem aproveitado em aproximadamente 2015 por Prof. Dr. Rafael Alves de Oliveira, Prof. Dr. Weliton Soares Martins e Prof. Dr. Sergio Vladimir Barreiro DiGiorgi da UACSA pra realizar experimentos dos projetos do mestrado dos orientandos no PPGFA, enquanto montando laboratórios na UACSA.

Hoje o LOL é bem utilizado por meus colegas Prof. Dr. Wictor Carlos Magno, Profa. Dra. Natália Rodrigues de Melo, Prof. Dr. José Ferraz de Moura Nunes Filho, e seus respectivos alunos de graduação e mestrado. Também há a participação e colaboração dos pesquisadores Profa. Dra. Sandra Viana, DF-UFPE (óptica não linear e quântica), e Prof. Dr. Alberto Einstein de Araújo, UFAPE (magnetoóptica). Eu gostaria muito de voltar ao LOL para realizar pesquisa em fotônica, e pretendo fazer isso no futuro breve, porém de forma mais pé no chão, realizando pesquisas mais simples, porém altamente relevantes, em colaboração com pesquisadores das ciências agrárias da UFRPE. E se alguém lendo esse memorial tiver vontade de colaborar, por favor, me procure.

Enquanto isso não acontecer, eu estou orgulhoso de saber que o LOL está sendo, e continuará sendo por muitos anos, bem aproveitado por colegas competentes e talentosos.

5.3 O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino e Física (MNPEF) é uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física, idealizado por Prof. Dr. Marcos Antônio Moreira, Profa. Dr. Rita Maria Cunha de Almeida e Prof. Dr. Celso Pinto de Melo em 2011, aprovado pela CAPES em 2012 sob a coordenação geral da SBF, recebendo a primeira turma em 2013.

O MNPEF trata-se de um programa de mestrado profissional em rede no nível nacional, contando atualmente com 58 polos espalhados pelo País, com a missão principal de capacitar uma boa fração dos professores de física no País inteiro. Além de disciplinas no nível de mestrado, com aproximadamente 50% conteúdos de física e 50% conteúdos de ensino, os mestrandos desenvolvem produtos educacionais contendo sequências didáticas, metodologias pedagógicas novas, e muitas vezes artefatos ou aparelhos, que são aplicados em turmas regulares de ensino médio sob a regência do mestrando.

A Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) da UFRPE foi contemplada com um polo em 2013, e em 2015 a UFRPE-Sede submeteu uma proposta de polo, sob a coordenação do meu colega Prof. Dr. Aduino José Ferreira de Souza. Com a liderança do Aduino, eu participei ativamente na elaboração da proposta e entrei como Vice Coordenador. A proposta foi aprovada pela SBF no final de 2015, criando o Polo 58-UFRPE, e pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da UFRPE, na Resolução 075/2016 CEPE, publicado

em junho de 2016. A primeira turma começou oficialmente no segundo semestre de 2016. O corpo docente original contou com 12 docentes permanentes, (10 de Física, 2 de Educação) e 2 colaboradores de física.

Atuei com Vice Coordenador do Polo 58 de 2016 até fevereiro de 2020, quando eu me tornei Coordenador, um cargo que eu orgulhosamente ocupo até hoje. Assumi a coordenação num momento crítico em que o polo estava sendo ameaçado a ser fechado pela Coordenação Geral Nacional, com 10 alunos da turma 2017 ainda para defender. Semanas depois fomos obrigados a suspender as atividades por causa da pandemia da COVID-19.

Trabalhei muito, com o Vice Coordenador (Substituto Eventual) Prof. Dr. Francisco Nairon Monteiro Jr. e a ajuda imprescindível do Técnico Administrativo Sr. Giusepe A. Zoppi, junto a Pró-reitoria de Pós-graduação, a Coordenação Geral Nacional, o corpo docente e os mestrados, para criar os mecanismos formais de permitir a conclusão de curso deles, bem como colocar documentação em ordem, atualizar a plataforma da SBF e a Sucupira, formar um CCD e presidir reuniões, e atualizar o corpo docente. Tenho orgulho de relatar que dentro de alguns meses os 10 alunos atrasados tinham defendidos.

No momento estou coordenando o programa junto com a Vice Coordenadora Profa. Dra. Sara Cristina Pinto Rodrigues, contando com 13 docentes permanentes (9 de Física, 2 de Educação e 2 de Educação a Distância) e 12 mestrados. As dissertações e produtos educacionais estão no site do MNPEF Polo 58, www.mnpef.ufrpe.br, e o perfil no Instagram é @mnpef_recife.

O MNPEF complementa perfeitamente o programa acadêmico de Física Aplicada no Departamento de Física, fornecendo oportunidades para o crescimento acadêmico e profissional de mestrados através de pesquisa científica ou pesquisa aplicada. No auge da pandemia, organizamos e realizamos em 06 - 10 de julho de 2020 o I International Workshop do MNPEF-UFRPE: Teaching and Research from Home, sob a coordenação geral do Prof. Dr. Ramón Enrique Ramayo González. O evento contou com 10 palestrantes do Brasil, América Latina e Europa, com aproximadamente 60 participantes por dia nos cinco dias do evento e a emissão de 73 certificados de ouvinte. Repetimos com o II International Workshop do MNPEF-UFRPE em 15 - 17/09/2022, também sob a coordenação geral do Ramón, contando com 08 palestrantes incluindo a Coordenadora Geral do MNPEF, Profa. Dra. Iramaia Jorge C. de Paulo da UFMT, aproximadamente 30 participantes por dia e a emissão de 13 certificados de ouvinte. Os dois eventos foram muito bem sucedidos, combinando tópicos de pesquisa em física de ponta com ensino de física e atividades de extensão, e foram

elogiados pela Coordenação Geral Nacional como sendo os primeiros eventos internacionais do MNPEF.

Estou muito orgulhoso de ter implantado o Polo 58 junto com o Adauto e de estar no segundo mandato da coordenação, com o polo funcionando bem. Recentemente a SBF aprovou a proposta de um Doutorado Nacional Profissional (DNPEF), com somente seis polos no País, que está sendo avaliado pela CAPES. Estou confiante que o Polo 58 do MNPEF possa aumentar a produção e, em breve, entrará no DNPEF.

5.4 SPIE Student Chapter Recife

A Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, hoje simplesmente conhecida como SPIE, é uma sociedade científica de alunos, profissionais e interessados em óptica e fotônica, sediada nos EUA e com abrangência mundial. Eu conheci a SPIE em 1984 no RHIT e me afiliei como sócio discente quando agraciado com uma generosa bolsa de estudos. A SPIE publica revistas científicas, organiza eventos internacionais, promove a educação e popularização de óptica e fotônica através de bolsas de estudo para discentes e atividades de extensão.

Em 2017 fui contatado pelo Anderson Gomes com a proposta de formar um *student chapter*, um filial estudantil, da SPIE em Recife, e eu adorei a ideia. O *student chapter* ia realizar atividades de ensino e extensão, organizar e promover eventos, trazer palestrantes de renome do Brasil e do exterior, e seria uma oportunidade ímpar para os membros adquirirem experiência na elaboração de propostas, prestações de contas, gestão, atividades de extensão, e até concorrer bolsas e participar de congressos internacionais. Juntamos alunos de graduação e pós das três IES do Recife atuando em óptica e fotônica, a UFPE, a UPE e a UFRPE, promovemos a afiliação dos mesmos à SPIE (condição necessária) e submetemos a proposta, ele como *Advisor* e eu como *Co-Advisor*. A proposta foi aceita, criando o SPIE Student Chapter of Recife, o primeiro *student chapter* do Norte e Nordeste e somente o quinto do País (<https://spie.org/membership/student-services/student-chapters>).

A aluna em Licenciatura em Física da UFRPE, Lidiane Maria de Souza (MS PPGFA, 2021) foi eleita a primeira presidente, e começamos os trabalhos. Uma das primeiras atividades, que foi um grande sucesso, foi a realização da 1º Semana de Física do Colégio Militar do Recife em 2018. Juntando recursos do Anderson, foi possível trazer os palestrantes famosos Prof. Dr. Raman Kayshap da Université Polytechnique em Montreal, Canadá, e Prof. Dr. Walter Margulis do KHT Royal Institute of Technology na Suécia. Além disso, os

membros realizaram oficinas e experimentos de óptica com os alunos do colégio. O evento até fez manchete no site do Exército Brasileiro [13].

Também tivemos a alegria de receber em 2018 o Prof. Dr. Glenn Boreman da University of North Carolina-Charlotte, EUA, e Presidente da SPIE 2015-2017, para ministrar uma palestra e oficialmente inaugurar o *student chapter*.

Uma das atividades principais do *student chapter* é a organização e realização de atividades para comemorar o Dia Internacional da Luz da UNESCO, no dia 16 de maio de cada ano. Sob a presidência da Brianne da UFPE e durante a pandemia, o *student chapter* realizou várias atividades remotas de divulgação científica, como a série de palestras no Youtube realizada junto com o OSA Student Chapter da UFPE, atualmente com 42 vídeos (<https://www.youtube.com/channel/UCfShHNVUX0KZrn4P-SSFy4A>) e 821 inscritos, e uma série de podcasts (<https://open.spotify.com/show/76CunnyvbxEZcjlJi3fSKV>) atualmente com 12 podcasts.

Os alunos de LF e PPGFA da UFRPE membros do *student chapter* participam ativamente na organização e realização dessas atividades, bem como na gestão do grupo. A segunda presidente também foi eleita da UFRPE em 2018, a aluna em licenciatura e física Stephany de Moura Santos (mestrando em Engenharia Física, UACSA-UFRPE), e foi reeleita em 2022.

Participar do SPIE Student Chapter está sendo uma excelente oportunidade para os alunos das três instituições de óptica e fotônica do Recife, e estou satisfeito em ter participado de sua criação e continuar como Co-Advisor junto com Anderson. Espero que as atividades do grupo continuem com o mesmo vigor já demonstrado.

5.5 A Ciranda da Ciência

O grupo “A Ciranda da Ciência” do Programa de Educação Tutorial é, em minha opinião, a minha realização mais importante da vida profissional até agora. Eu poderia escrever um memorial inteiro sobre ele, por isso deixei para o final para não exagerar.

O Programa de Educação Tutorial (PET) foi criado pela CAPES em 1979, originalmente sob o nome Programa Especial de Treinamento. Na sua forma original, era um programa de alunos da elite acadêmica da graduação, com foco fortíssimo em pesquisa e ensino individualizado, com o objetivo principal de preparar essa elite para a pós-graduação. Para tanto, foram criados grupos de bolsistas por curso, sob a tutoria de um professor do curso. O programa começou com poucos grupos, e a expansão do PET se deu através de editais nacionais publicados esporadicamente.

Eventualmente o PET foi realocado à Secretaria de Educação Superior (SESu) do MEC, e aos poucos o PET se transformou, ficando mais abrangente geograficamente e filosoficamente, com o objeto principal sendo a formação de profissionais, incluindo os professores tutores, de alta qualificação acadêmica, profissional, técnica, administrativa, cultural e ética. O PET foi legalmente instituído em 2005 pela Lei 11.180/2005 do Governo Federal.

O PET preza a indissociabilidade de ensino, pesquisa e extensão bem como a interdisciplinaridade na formação dos participantes. Cito aqui os objetivos do Art. 2º da Portaria 343/2013 MEC, que atualmente rege o programa [14]:

I - desenvolver atividades acadêmicas em padrões de qualidade e excelência, mediante grupos de aprendizagem tutorial de natureza coletiva e interdisciplinar;

II - contribuir para a elevação da qualidade da formação acadêmica dos alunos de graduação;

III - estimular a formação de profissionais e docentes de elevada qualificação técnica, científica, tecnológica e acadêmica;

IV - formular novas estratégias de desenvolvimento e modernização do ensino superior no país;

V - estimular o espírito crítico, bem como a atuação profissional pautada pela cidadania e pela função social da educação superior;

VI - introduzir novas práticas pedagógicas na graduação;

VII - contribuir para a consolidação e difusão da educação tutorial como prática de formação na graduação; e

VIII - contribuir com a política de diversidade na instituição de ensino superior-IES, por meio de ações afirmativas em defesa da equidade socioeconômica, étnico-racial e de gênero.

A grande beleza do programa fica evidente. E claro, nada que é tão lindo é fácil de construir.

Na metade da década das 2000 o programa começou a crescer significativamente, em números de grupos e também em filosofia. A partir do Edital 09/2010, foram criados aproximadamente 150 grupos PET/Conexões de Saberes, com a fusão do PET com o

Programa Conexões de Saberes e sua posterior extinção. O Conexões de Saberes era um programa de extensão universitária financiado pelo MEC, originário do Observatório das Favelas no Rio de Janeiro, que visava estreitar os laços entre as universidades e as comunidade populares e propiciar meios de permanência aos oriundos dessas comunidades. Neste sentido, a fusão parecia ser óbvia, porém para os grupos PET “tradicionalis” da época, não era tanto.

Ao ver o edital, o Prof. Dr. Alexandro Tenório do Departamento de Educação da UFRPE, então Coordenador de Conexões de Saberes da UFRPE e já ciente da eminente extinção do programa, me aproximou com a proposta de submeter projetos para tentar criar alguns grupos PET/Conexões de Saberes, ele com um grupo focado em políticas públicas da juventude, um de práticas de letramento, e um de divulgação científica em comunidades populares. A pressão para suceder era alta, pois o Conexões de Saberes tinha aproximadamente 40 bolsistas, mas cada grupo PET só poderia ter 12.

Eu não estava muito empolgado com a ideia, sendo um físico pesquisador experimental e ainda não ter passado pela Coordenação do LF com a perspectiva mais humana que me forneceu. Porém, ao ler o edital e me informar sobre o PET, eu percebi uma oportunidade fantástica para realizar algo grande, bem como compensar, de certa forma, o declínio da minha produtividade no laboratório.

Com a ajuda do Prof. Dr. Jairo Rocha do DF-UFRPE e Tutor do PET-Física, eu elaborei o projeto “PET/Conexões de Saberes ‘A Ciranda da Ciência’: Divulgação Científica e a Troca de Saberes entre Comunidades Populares e a Universidade Federal Rural de Pernambuco” e o submeti à concorrência institucional. A proposta contemplou um grupo interdisciplinar, equilibrado, de oito bolsistas selecionados dos cursos de Licenciatura Plena em Física, Química, Matemática, Ciências Biológicas, Computação, Letras/Português, bem como Engenharia Agrícola e Ambiental e Engenharia Florestal (alguns anos depois abrimos para todos os cursos de graduação), com o intuito de realizar atividades de divulgação e alfabetização científica em comunidades populares, além de participar numa variedade de atividades para realizar os objetivos primordiais do PET. Na filosofia do programa Conexões de Saberes, os requisitos básicos para participar eram, e continuam sendo, de ser oriundo de uma comunidade popular e de estar em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

O projeto foi aprovado localmente e seguiu para a concorrência nacional, onde também foi aprovado em 26 de novembro de 2010. Eu estava embarcando em outra aventura, algo totalmente novo e desafiador para mim, mas não foi a primeira vez na minha vida.

A primeira seleção foi realizada em dezembro, contemplando bolsistas dos cursos de Física, Química, Biologia e Engenharia Florestal, um grupo diversificado e equilibrado de “PETianos”. Reunimos algumas vezes para discutir o planejamento do ano a vir, e paramos para as festas do final do ano. Em janeiro começamos a realizar as atividades propostas no projeto submetido, tais como seminários dos alunos, leituras, cine debates, participação em eventos, recepção de calouros e apoio com as semanas dos cursos, feiras de ciência e profissões, atividades de astronomia com nosso parceiro Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda do DF-UFRPE, lançamento de mini foguetes, aulas de reforço, etc.. Era um prato cheio, mas conseguimos realizar a maioria das atividades propostas.

Desde então estou na Tutoria deste grupo maravilhosamente diversa. Atualmente 12 bolsistas participam do Ciranda, e antes deles já passaram 50 alunos de 17 cursos diferentes.

Todos os anos elaboramos, sempre juntos, um planejamento anual de atividades focadas em formação acadêmica e cidadão dos alunos (e do tutor), excelência no sentido muito mais amplo do que notas em disciplinas, e em divulgação científica em comunidades populares. A seguir eu relato algumas das dezenas de atividades já realizadas pelo grupo. Para mais exemplos e detalhes, sugiro a leitura de nosso capítulo do livro eletrônico *Programa de Educação Tutorial PET UFRPE: Construindo o Futuro, Rompendo Barreiras e Unindo Conhecimentos* bem como um artigo publicado em 2020 na Revista Eletrônica do Programa de Educação Tutorial - Três Lagoas/MS sobre nossa atividade carro chefe, Voltando às Origens.

(1) Voltando às Origens

Esta atividade, talvez a mais linda de todas que realizamos, consiste da volta às comunidades de origem dos PETianos, individualmente ou em grupo, para realizar uma atividade de divulgação científica, muitas vezes uma atividade motivadora para os jovens da comunidade. Já foram contempladas as seguintes comunidades, entre inúmeras outras:

Creche Bidu Krause, Bairro de Totó, Recife-PE (bairro de Carla Cristina de Lira), apresentação teatral com fantoches, pintura e uma dinâmica abordando o tema educação ambiental;

Associação dos Moradores, Bairro de Santa Mônica, Camaragibe-PE (bairro de Roberta Maria da Silva), oficina sobre a reciclagem do óleo de cozinha com as donas de casa para transformar óleo de fritura em sabão;

EREM Padre Osmar Novaes, Paulista-PE (Bairro de Clécia Lúcia Paulino da Silva Souza), palestra sobre os cursos da universidade, ENEM e bolsas, experimentos de saponificação e extração de DNA;

Escola Municipal Francisco Coelho da Silveira, Sítio Agostinho, zona rural da Feira Nova-PE (bairro de Lidiane Maria de Souza), palestra motivacional da trajetória pessoal, atividades lúdicas;

Escola Presidente Arthur da Costa e Silva, Mustardinha, Recife-PE (bairro de Maria Elizabete Alves Pereira), palestra e atividades lúdicas sobre lixo e seus perigos, leptospirose, enchentes, oficina de reciclagem;

Escola de Referência Abílio de Souza Barbosa, Orobó-PE (bairro de Rodrigo Caitano Barbosa da Silva), palestra motivacional da trajetória pessoal e acadêmica, oficina e lançamento de foguetes, oficina de jogos de raciocínio lógico, experimentos de física e química;

Esta última edição citada, realizada em 2015, foi filmada pelo Programa de Assistência ao Setor Educacional do Mercosul (PASEM) e aparece no vídeo do mesmo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=xa4M5BTwXm4>, trecho de 02:50 a 07:40.

(2) Ciclo de Palestras

Nesta atividade os PETianos são responsáveis para elaborar e apresentar uma palestra de 30 - 45 minutos sobre um tópico de sua preferência. Às vezes a palestra é sobre um projeto de pesquisa ou TCC do PETiano, as vezes sobre algum assunto de interesse pessoal. Já tivemos palestras de uma variedade enorme de assuntos, desde “A cultura dos animes e suas relações com a história” até “Benefícios da moringa oleifera na nutrição animal”. O objetivo primário da atividade é de adquirir experiência em preparação e apresentação de palestras. O conhecimento adquirido pelos demais PETianos assistindo é um efeito colateral desejável. Todos os PETianos egressos relatam que é uma das atividades mais proveitosas, especialmente para estudos na pós-graduação.

(3) Jornada de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente

Esta atividade é fruto das quatro edições bem sucedidas da Semana de Programação realizadas pelo grupo, ao perceber que os assuntos de programação eram muito restritos para a atuação efetiva de um grupo multidisciplinar tão diverso. A Jornada consiste em um evento, aberto ao público, de três dias de duração, onde convidados de diversas áreas de

conhecimento apresentam palestras de interesse. Também são ofertadas minicursos ou oficinas. Os próprios PETianos realizam todas as atividades referentes ao planejamento e execução do evento: convidar palestrantes, reservar e organizar o local, fazer inscrições, comprar e fornecer lanche, monitorar o evento, e preparar e entregar certificados. Além dos conteúdos acadêmicos e científicos, os PETianos adquirem experiência ímpar em planejamento e realização de eventos e trabalho em equipe.

Para fechar o que um dia será um livro inteiro, eu gostaria de reproduzir alguns depoimentos de PETianos ativos e egressos. Acredito que os depoimentos falam por si só sobre a grande importância deste legado, muito melhor do que eu sou capaz de resumir com minhas palavras.

“Durante o início da minha graduação já pensava em desistir, visto que o meu curso é elitista e eu não enchergava oportunidades para mim por ser de uma minoria, sem falar das dificuldades que tinha de estudar as cadeiras do mesmo etc. Contudo, a minha entrada no PET me ajudou a ter outras visões de mundo, passei a estudar mais para as cadeiras do curso, passei a participar de mais coisas da Universidade, tive a oportunidade de participar de um projeto (cujo qual nunca pensei que participaria), ministrei atividades internas (palestras principalmente) e há cada período venho aprendendo mais e mais. Portanto, o PET vem me ajudando significativamente para a minha permanência e na minha formação enquanto professor/cidadão.”

Ativo, 5º Período (4º no PET)

“Em primeiro lugar o PET foi a primeira bolsa que consegui, e em um momento que estava a ponto de deixar o curso, coisa que já havia acontecido anteriormente. Mas o que antes era só uma bolsa se tornou uma família, um lugar onde todos são bem vindos, e cada diferença é respeitada e aceita, ponto de se tornar um segundo lar para mim. Hoje com certeza sei que o PET Ciranda foi um divisor de águas na minha vida acadêmica.”

Ativo, 6º Período (4º no PET)

“O PET contribui para minha permanência na UFRPE, não só com a ajuda financeira que a bolsa acaba sendo, mas também com o apoio de pessoas que eu posso considerar como uma família. E hoje eu posso dizer com todas as palavras que eu não estaria aqui hoje, tentando vencer todas as barreiras, caso não tivesse conhecido o PET, que vem me ajudado na minha formação acadêmica e cidadã.”

Ativo, 10º Período (5º no PET)

“O PET me ajudou em um dos momentos mais difíceis na Universidade. Me ajudou a sair de um quadro depressivo e foi essencial para que eu não desistisse da minha graduação!”

Ativo, 5º Período (4º no PET)

“Participar do PET Ciranda da Ciência me proporcionou a vivência com diferentes áreas do conhecimento e com diferentes experiências, inclusive pedagógicas, que me auxiliam atualmente no desenvolvimento das minhas atividades enquanto professora da educação básica. No Ciranda também pude me relacionar com pessoas de diferentes lugares e bagagens culturais/intelectuais que enriqueceram não só minha experiência acadêmica, como me possibilitaram crescer enquanto ser humano e profissional, possibilitando inclusive o desenvolvimento de um bom relacionamento interpessoal com meus alunos atualmente. O professor Mike foi impecável enquanto tutor, me dando a oportunidade de desenvolver minhas habilidades de forma autônoma dentro do programa e me orientando sempre que necessário de forma amigável e acolhedora. Foi um enorme prazer ter desenvolvido alguns projetos dentro do PET Ciranda da Ciência, como o ciclo de palestras, os trabalhos com arduino, as oficinas ministradas em escolas, o desenvolvimento da primeira edição do jornal A Ciranda da Ciência e o clube do livro. Devo ao PET Ciranda da Ciência e, em especial, ao professor Mike muito do meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.”

Bárbara Lima

Licenciatura em Letras, 2016

Professora da Rede Estadual de Ensino de Pernambuco

“Minha experiência no PET - Ciranda da ciência significou muito para meu crescimento pessoal e profissional, o grupo é muito acolhedor, dividimos experiências, essa troca entre pessoas de graduações diferentes é uma forma de aprender mais sobre outras áreas de conhecimento. No grupo, o petiano desenvolve seu protagonismo através de criações de palestras, oficinas ou outras atividades que o mesmo se propõe a fazer, isso nos traz confiança. Essas atividades desenvolvidas pelo PET, têm caráter social, o público alvo é a comunidade, uma forma de retribuição para que as pessoas tenham acesso ao conhecimento. O segredo do sucesso do PET durante tanto tempo, seria uma coordenação acolhedora, compreensiva e muito atuante. Decerto, o professor Mike vem desenvolvendo esse trabalho com muita competência, responsabilidade, carinho e dedicação. Tenho muita gratidão ao professor Mike. Além disso, fiz laços de amizade que vou levar para minha vida. Hoje, atuou como professora de ciências, na rede estadual de ensino, toda experiência adquirida no grupo foi muito proveitosa para meu desempenho em quanto profissional.”

Maria Elizabete Alves dos Santos

Professora de Ciências

Licenciatura em Ciências Biológicas, 2019

“Meu nome é Wibson Wagner sou egresso do curso de Licenciatura em Física e participei do PET Ciranda até o ano de 2019. Posso dizer que na minha passagem pelos mais diversos programas da rural, este grupo foi o que mais marcou e é o que considero mais diferenciado. Como principais características do grupo, destaco: o acolhimento por parte do tutor e dos integrantes, a preocupação com a saúde mental de todos e todas, e o ar de inovação nas atividades do grupo. Com toda a experiência adquirida me tornei um aluno mais didático nas atividades de modo geral, participativo e com uma fala ao público mais elaborada. A partir disso, consegui ingressar no grupo PET do meu curso e no momento me encontro no mestrado. Sou muito grato por esta experiência e agradeço ao tutor que é um verdadeiro amigo, aos PETianos da minha época e espero que este grupo continue por mais e mais tempo contribuindo para os que tiverem a “sorte” de participar dele.”

Wibson Wagner

Licenciatura em Física, 2022

Cursando mestrado em Engenharia Física, UACSA - UFRPE

“A participação do PET foi essencial para a minha formação acadêmica, profissional e, sobretudo, humana. O programa, dentro das suas especificidades e possibilidades, me proporcionou uma maior estabilidade tanto na UFRPE quanto no meu curso de graduação. Ademais, o Ciranda me fez exercitar o diálogo com outras áreas do conhecimento e, à medida com que me conectava com a interdisciplinaridade, também ia acessando outras pessoas, formas de pensar e experiências de vida. Enquanto petiano, pude experienciar a tríade acadêmica (ensino, pesquisa e extensão), organizando e participando de diversos eventos, além do aprimoramento do senso crítico e da consciência social acerca da importância/valorização de uma educação pública de qualidade. Em termos pessoais, a permanência no grupo me auxiliou a colocar em prática alguns pontos de destaque em minha personalidade (liderança, moderação e empatia, por exemplo), características que foram lapidadas e que hoje as aplico na minha jornada acadêmica, profissional e de cidadão. Por fim, (e não menos importante) ser tutorado pelo Professor Michael (Mike) foi excelente, pois a sua forma de conduzir e envolver o grupo era bastante leve, responsável e amistosa. Da mesma maneira que havia uma relação de respeito e confiança entre os membros já que a sua atenção/preocupação não se reduzia apenas às questões acadêmicas, pelo contrário, elas se estendiam a um cuidado com a nossa saúde (física e mental), bem-estar, relações familiares, etc. Sou muito orgulhoso de ter feito e ser parte do grupo PET Conexões de Saberes "Ciranda da Ciência".

Nomager Fabíolo Nunes de Sousa

Licenciatura em Letras, 2018

Mestre em Literatura, UFPE, graduando Ciências Sociais, UFPE

E, naturalmente, o mais importante legado de todos nessa história é meus alunos ao longo dos últimos 26 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tentei relatar aqui a minha vida acadêmica e profissional de forma clara, coerente e agradável. Espero ter conseguido. Já posso perceber que eu exagerei em alguns detalhes sem tanta importância, enquanto talvez minimizando outros mais importantes. Eu me empolguei contando minha história. Citei muitas pessoas no texto, pois reconheço que eu não cheguei aqui sozinho.

Correndo o risco de parecer um livro de autoajuda, eu gostaria de fechar este memorial com algumas lições aprendidas por mim ao longo dos quilômetros e anos:

- 1) Não tenha medo de arriscar
- 2) Deixa portas e mentes abertas
- 3) Não desiste
- 4) Sai da zona de conforto, sai do ninho, pelo menos de vez em quando
- 5) Valoriza as pessoas ao redor
- 6) Aprende qualquer idioma estrangeiro

Certamente há muito mais.

Eis a minha história. Espero que seja só o início.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <https://www.rose-hulman.edu/news/2021/rose-hulman-is-no.-1-in-U.S.-news-engineering-rankings-for-23rd-straight-year.html>, acessado em 06/08/2022
- [2] N.S. Kapany, J. J. Burke, *Optical Fibers*, Academic Press, 1972
- [3] S. M. Jensen, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 30, no. 10, pp. 1568-1571, Oct. 1982, doi: 10.1109/TMTT.1982.1131291
- [4] D. Cotter, *et al*, Picosecond optical nonlinearity of semiconductor-doped fibre. In: International Quantum Electronics Conference. Optical Society of America, 1988. p. WG3
- [5] S. Friberg, *et al*, Ultrafast all-optical switching in a dual-core fiber nonlinear coupler, Appl. Phys. Lett. **51**, 1135 (1987)
- [6] N. Finlayson, *et al*, Picosecond switching induced by saturable absorption in a nonlinear directional coupler, Appl. Phys. Lett. **53**, 1144 (1988)
- [7] A. Villeneuve, M.L. Sundheimer, *et al*, Two-photon absorption in In_{1-x}YGa_xAl_yAs/InP waveguides at communications wavelengths, Appl. Phys. Lett. **56**, 1865 (1990), <https://doi.org/10.1063/1.103071>
- [8] D. Kim, M.L. Sundheimer, A. Otomo, G. Stegeman, Third order nonlinearity of DANs waveguides at 1319 nm, Appl. Phys. Lett. **63**, 290 (1993)
- [9] R. DeSalvo, *et al*, "Self-focusing and self-defocusing by cascaded second-order effects in KTP," Opt. Lett. **17**, 28-30 (1992)
- [10] M.L. Sundheimer, *et al*, Large nonlinear phase modulation in quasi-phasematched KTP waveguides as a result of cascaded second-order processes, Opt. Lett. **18**, 1397 (1993)
- [11] B. Lawrence, *et al*, Identification and role of two photon excited states in a π -conjugated polymer, Phys. Rev. Lett. **73**, 597 (1994)
- [12] Yang, H.U., *et al*, Optical dielectric function of silver, Phys. Rev. B **91**, 235137 (2015)
- [13] www.eb.mil.br/web/midia-imprensa/o-que-vai-pela-forca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=8898374&_101_type=content&_101_groupId=8357041&_101_urlTitle=primeira-semana-de-fisica-e-realizada-no-colegio-militar-do-recife&inheritRedirect=true, acessado em 28/02/2022
- [14] <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2005/lei-11180-23-setembro-2005-538611-norma-atualizada-pl.html>, acessado em 29/08/2022

ANEXOS

ANEXO I – Participação em Eventos

ANEXO II – Orientações Acadêmicas

ANEXO III – Formação Acadêmica

ANEXO IV – Premiações Acadêmicas

ANEXO V – Atividades Administrativas UFRPE

ANEXO VI – Avaliador ad hoc e Bancas

ANEXO VII – Publicações Científicas

ANEXO VIII – Koç University e UFPE

ANEXO IX – Atividades Ensino, Pesquisa e Extensão UFRPE

ANEXO X – PET A Ciranda da Ciência