

Memorial e projeto de pesquisa

apresentado para o provimento de um cargo de Professor Doutor
junto ao Departamento de Física Experimental do Instituto de
Física da Universidade de São Paulo

Ivan Ramos Pagnossin

17 de junho de 2011

Sumário

1. Apresentação	1
2. Formação acadêmica	3
2.1. Graduação e iniciação científica	3
2.2. Mestrado	4
2.3. Doutorado	6
3. Formação profissional	9
3.1. Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo	9
3.2. Telemática Sistemas Inteligentes	10
3.3. Iniciação científica	10
3.4. Caixa Econômica Federal	10
3.5. Eletropiezo Indústria e Comércio Ltda	11
3.6. Cagnotto & Pagnossin Ltda	12
3.7. Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada	12
3.7.1. O curso <i>Usando L^AT_EX; pensando T_EX</i>	13
3.7.2. O projeto Aulas Interativas	14
3.7.3. Os projetos Univesp e Redefor	16
3.7.4. Resumo	17
4. Perspectivas	19
5. Projeto de pesquisa	21
5.1. Introdução	21
5.2. Justificativa	22
5.3. Objetivo	22
5.4. Proposta imediata	23
5.5. Metodologia	24
5.6. Propostas para o futuro	24

5.7. Conclusão	26
A. Dados pessoais e produções relevantes	27
Dados pessoais e de contato	27
Formação acadêmica e titulação	27
Formação complementar	28
Desenvolvimento de material didático ou instrucional	29
Produção bibliográfica	29
Relatórios técnicos	31
Bolsas e auxílios	31
Auxílios para viagens ao exterior	31
Participação em eventos	31
Organização de eventos	31
Projetos de pesquisa	32
Cursos e treinamentos produzidos	32
Cursos e treinamentos ministrados	32
<i>Softwares</i> produzidos	32
Palestras	32
Orientações e supervisões concluídas	33
Orientações e supervisões em andamento	33
Referências	37

1. Apresentação

Caro Professor, não vejo maneira mais honesta de me apresentar do que permitir que alguém o faça por mim. Por isso, gostaria de começar este memorial com um depoimento dado pelo Prof. Dr. Ewout ter Haar, com quem tenho o prazer de trabalhar desde dezembro de 2007, em meu perfil no LinkedIn ([linkedin.com](https://www.linkedin.com)). Em suas palavras: (sic)

Ivan trabalhou por aproximadamente 2 anos no nosso grupo na área de tecnologia educacional. O nível e quantidade de conhecimento e habilidade agregado ao grupo foi muito alto. Neste período executava os projetos sugeridos com extrema eficiência e originalidade. Mas trouxe também novos projetos e ideias ao grupo. As discussões sobre assuntos técnicos foram de alta intensidade e proveitoso para todos.

O Ivan se tornou especialista em ensino a distância, animações interativas e material didático digital de uma forma geral. Entretanto, mais importante do que qualquer habilidade em particular, se mostrou capaz de adquirir novas habilidades e dominar novas tecnologias muito rápido

Ewout ter Haar,
8 de maio de 2009

Nas páginas seguintes, apresentarei minha trajetória educacional e profissional, destacando as principais atividades que desenvolvi e mostrando como elas me trouxeram até aqui. Este documento também revela, no capítulo 5, o projeto de pesquisa que pretendo desenvolver como docente do IF. E o apêndice A contém um resumo das produções mais relevantes da minha carreira.

Para registro, este material foi escrito com vistas ao concurso de títulos e provas para o provimento de um cargo de Professor Doutor junto ao Departamento de Física Experimental do Instituto de Física (IF) da Universidade de São Paulo (USP), edital IF número 19/2011, de 19 de março de 2011. Ao longo do texto, as palavras destacadas **desta maneira** foram apresentadas no edital como parte da qualificação necessária para concorrer ao cargo.

2. Formação acadêmica

Minha formação acadêmica sempre foi voltada para o estudo da Física Básica e Aplicada, particularmente na área de materiais semicondutores e de fenômenos de transporte eletrônico. No entanto, ela sofreu grande influência da minha formação profissional (capítulo 3) — bem como a influenciou —, especialmente no que concerne o desenvolvimento de *software*.

2.1. Graduação e iniciação científica

Minha formação acadêmica começou em fevereiro de 1997, quando fui aprovado no exame vestibular da USP para o curso de Bacharelado em Física, no *campus* da capital. A escolha pela Física foi moldada, anos antes, pelo contato com circuitos eletrônicos, no ensino médio profissionalizante (seção 3.1), bem como por uma paixão ainda mais antiga: a aviação. Já a opção pelo bacharelado foi feita pelo desejo de aprender *profundamente* fenômenos físicos e técnicas matemáticas, em muito alimentado pelo aprendizado autodidata de cálculo diferencial e integral, ainda no ensino médio.

Na verdade, o fato de eu já conhecer o cálculo diferencial e integral ao começar a graduação ajudou-me enormemente, permitindo-me aproveitar melhor os conceitos e técnicas ensinados, bem como ir além deles, em todas as disciplinas cursadas. De fato, em oposição ao que ocorreu durante o ensino médio (veja a seção 3.1), eu me destaquei em praticamente todas as disciplinas, chegando a atingir médias como 9,5 em disciplinas como Cálculo, Álgebra Linear, Física Atômica e Molecular, entre outras.

O ensino médio profissionalizante teve outra clara e positiva influência na minha graduação: logo na primeira semana consegui uma bolsa de iniciação científica do CNPq no Laboratório de Física de Plasmas, orientado pelo Prof. Dr. Ivan Cunha Nascimento, e em muito auxiliado pelo funcionário Juan Iraburu Elizondo. A proposta era a de estudar a chamada curva de *breakdown*, que caracterizava a formação de plasma no Tokamak. Os resultados deste trabalho foram apresentados no Simpósio de Iniciação Científica da

USP de 1998. Permaneci na iniciação científica até meados daquele ano, quando então fui contratado pela Caixa Econômica Federal (CEF). No entanto, exceto pelas grandes e benéficas influências intelectuais que sofri no laboratório, a iniciação científica pouco contribuiu para a minha carreira.

Mais importantes talvez tenham sido as disciplinas de introdução à computação e de cálculo numérico, que contribuíram para um novo rumo na minha formação profissional, dali alguns anos (seção 3.5), e que sigo até hoje. Igualmente importante foi a disciplina de introdução à Física do Estado Sólido, na qual conheci a Prof^ª Dr.^a Euzi Conceição Fernandes da Silva, que me convidou para fazer a pós-graduação no Departamento de Física dos Materiais (DFMT) do IF da USP (IFUSP) e que me *muito* auxiliou desde então.

Finalmente, outra grande conquista pessoal ocorrida durante a graduação foi a auto-instrução da língua inglesa. Embora eu tenha feito alguns cursos esporadicamente (nem mencionados no capítulo A), foi na graduação que adquiri maturidade intelectual para assimilar a língua, principalmente através dos livros e filmes da videoteca do IFUSP.

Assim, concluí a graduação em 2001 com aproveitamento médio de 83% e com habilitação em Física Básica. Meu intuito era obter também a habilitação em microeletrônica, mas isto estenderia a graduação por pelo menos mais um ano, o que eu não estava disposto a aceitar, pois já havia gasto um ano extra no ensino médio profissionalizante, outro no cursinho e mais outro na graduação (quando migrei do período matutino para o noturno, na ocasião de minha contratação pela CEF). Ademais, a oferta de pós-graduação com a Prof^ª Euzi já me levava para a área do transporte eletrônico. Deste modo, desisti da habilitação em microeletrônica.

2.2. Mestrado

Na época em que me candidatei ao mestrado *stricto sensu*, em 2001, logo após concluir a graduação, a FAPESP já iniciava seu movimento em prol do doutoramento direto; sem mestrado. No entanto, apesar do meu desespero em avançar na carreira acadêmica e por orientação da Prof^ª Euzi, decidi pelo caminho mais longo: o mestrado, na certeza de que era um passo importante que não deveria ser pulado (ainda hoje acredito que esta foi uma escolha acertada).

Minha opção por uma pós-graduação experimental é outra que merece explicação: ao longo da graduação eu percebi que tinha muita facilidade com a teoria, mas nem tanto com a prática. Assim, minha expectativa era que um mestrado experimental me permi-

tiria corrigir este desequilíbrio. Isto realmente aconteceu, mas a minha “veia teórica” sempre deu suas contribuições, no mestrado e no doutorado, e ainda hoje é mais expressiva.

A proposta para o mestrado era caracterizar a evolução de pontos-quânticos auto-organizados através de medidas ópticas (fotoluminescência) e de transporte eletrônico (efeitos Hall quântico inteiro e Shubnikov-de Haas) em baixas temperaturas ($\sim 1,4$ K). E deste modo aprendi a manusear nitrogênio e hélio-4 líquidos, bem como equipamentos complexos como criostatos, bombas de vácuo, amplificadores *lock-in*, espectrômetros, *lasers* de alta potência *etc.* Aprendi também técnicas como litografia, microscopias de varredura (principalmente de força atômica), crescimento epitaxial molecular e confecção de contatos eletrônicos por difusão. Em suma, o mestrado foi um período de intenso aprendizado, como deveria ser.

Como resultado deste trabalho, chegamos à conclusão de que a tensão mecânica acumulada nos pontos-quânticos, por consequência do crescimento epitaxial, afeta as mobilidades dos elétrons. Este foi um resultado inédito na literatura científica (até onde sabemos), o que nos rendeu um artigo [1], uma exposição dele (pôster) no XVII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada (ENFMC), em 2004 [2], e, mais tarde, uma versão expandida dele no XVIII ENFMC e no *12th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics* (BWSP), em 2005 [3, 4]. Além disso, este era um resultado importante para o rumo que nosso grupo de pesquisa buscava naquela época: o estudo e confecção de *lasers* e detectores de infra-vermelho baseados em pontos-quânticos.

Além desses resultados, dois outros destacaram-se: o primeiro foi a dedução matemática da técnica utilizada na análise das oscilações de magnetoresistência (o chamado efeito Shubnikov-de Haas), que aparentemente perdeu-se na literatura (nós nunca a encontramos). Esta dedução está registrada nos apêndices da minha dissertação de mestrado [5]. O segundo foi o desenvolvimento de um script* para automatizar parte dessa análise, o que permitiu reduzir o tempo dela em aproximadamente 90%. Este script, mais a compreensão do método adquirida na dedução matemática dele, permitiu-me desenvolver uma pesquisa informal paralela, e estabelecer os limites da técnica e seus efeitos sobre os dados.

Assim, concluí o mestrado em maio de 2004 com resultados empolgantes (algo incomum de acontecer, segundo a Prof.^ª Euzi), e os apresentei para a banca examinadora, composta pela Prof.^ª Dr.^ª Lucy Vitoria Credidio Assali (IFUSP), pelo Prof. Dr. Marcelo Nelson Paez

* Escrito em LabTalk, linguagem de script do *software* de análise de dados Microcal Origin.

Carreño (da Escola Politécnica da USP) e, claro, pela Prof.^a Dr.^a Euzi Conceição Fernandes da Silva.

2.3. Doutorado

A proposta de trabalho para o doutorado era caracterizar as possíveis heteroestruturas-base de detectores de infra-vermelho baseados em pontos-quânticos. A discussão, na literatura científica, sobre qual seria a melhor estrutura para este dispositivo, estava no auge. Além disso, nosso grupo de pesquisa havia conseguido um resultado até então dado como impossível: a absorção, por pontos-quânticos, de ondas de infra-vermelho com comprimento de onda de $1,5\text{ }\mu\text{m}$ [6]. A importância deste resultado, e de todos os estudos que se seguiram, residia no fato de que a fibra óptica utilizada em telecomunicações apresenta um mínimo absoluto de absorção nesta frequência, de modo que dispositivos operando nesta faixa trariam grandes benefícios econômicos.

O estudo começou, então, por experimentar algumas possíveis configurações de heteroestruturas, conforme propostas existentes na literatura científica. A ideia era utilizar nossa já conhecida caracterização eletrônica para determinar as mobilidades dos elétrons e, com isso, identificar a melhor configuração para o dispositivo.

No entanto, aproximadamente um ano após o início do doutorado, a Prof.^a Euzi foi para o *Center for Quantum Devices*, nos EUA, a convite da Prof.^a Manijeh Razeghi, e desta maneira fui obrigado a mudar de orientador.

O Prof. Dr. Guennadii Michailovich Gusev, que assumiu a chefia do DFMT com a morte do Prof. Dr. José Roberto Leite, em 2004, cordialmente aceitou orientar-me a partir daí. No entanto, sua linha de pesquisa concentrava-se em fenômenos de Física Básica, como o efeito Hall quântico fracionário, transporte eletrônico em sistemas mesoscópicos, efeitos de *spin* em sistemas bidimensionais *etc.* E deste modo minha pesquisa foi alterada para o estudo de redes de anti-pontos-quânticos.

Esta mudança foi muito benéfica, pois a visão do Prof. Gusev sobre os assuntos da pesquisa era deveras diferente daquele da Prof.^a Euzi, de modo que isto me deu perspectivas novas. Ademais, aprendi inúmeras outras técnicas experimentais, como manusear hélio-3, nanolitografia por microscopia eletrônica, confecção de *gates* de ouro por evaporação, além de formalismos matemáticos como o de Landauer Büttiker, entre outros. No entanto, a troca de orientador teve um efeito severo sobre minha pesquisa: eu praticamente a desenvolvi sozinho. Embora o Prof. Gusev sempre se dispusesse a discutir qualquer

assunto, sua presença na minha pesquisa não era tão evidente quanto a da Prof.^a Euzi. Isto prejudicou um pouco a qualidade do trabalho que desenvolvi, mas também me tornou mais independente.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, encontramos, por acaso, evidências experimentais dos chamados estados de borda contra-rotativos, previstos teoricamente em 1992 [7], mas até então não observados. E a partir daí minha pesquisa voltou-se para este assunto.

Entretanto, a construção das amostras requeridas para este estudo estava no limiar da capacidade técnica que tínhamos à disposição, o microscópio eletrônico do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica. Não obstante isso, nosso acesso a este equipamento era raro, o que tornava deveras demorado obter um conjunto de amostras. Adicione a isto a constante dificuldade em conseguir hélio-4 para os criostatos (a demanda do grupo era grande, em parte devido ao Detector de Ondas Gravitacionais Máximo Schenberg, que se preparava para entrar em operação), e o resultado é que nunca conseguimos reproduzir aqueles resultados.

Apesar disso, conseguimos apresentar as primeiras evidências no *28th International Conference on the Physics of Semiconductors*, o mais importante congresso de Física de Semicondutores, em 2006, na Áustria [8].

Passados dois anos de doutorado eu estava com um grande problema nas mãos: minha pesquisa inicial, sobre fotodetectores, havia sido interrompida prematuramente, e aquela sobre os estados de borda contra-rotativos não avançava o suficiente para apresentar uma tese de doutorado. Foi então que procurei o Prof. Dr. Ajit Kumar Meikap, do *National Institute of Technology*, na Índia (que estava passando uma temporada no Brasil, a convite do Prof. Gusev), e propus que fizéssemos estudos de localização-fracas em amostras mais simples (poços-quânticos duplos e parabólicos), dentre elas aquelas utilizadas no meu mestrado (pontos-quânticos).

O Prof. Meikap havia desenvolvido, durante sua estada no Brasil, todo o ferramental para analisar dados conforme os mais recentes estudos sobre localização-fracas, mas não tinha o que analisar. Eu, por outro lado, tinha um enorme conjunto de medidas já prontas, e inúmeras outras que podiam ser feitas com facilidade, pois na época eu estava fazendo um estágio de dois meses e meio no *Grenoble High Magnetic Field Laboratory*, na França, sob supervisão do Prof. Dr. Jean-Claude Portal, com equipamentos à minha disposição quase exclusiva.

Esta parceria rendeu dois artigos [9, 10] e uma exposição no *13th BWSP*, em 2007 [11].

Na tese de doutorado apresentei, então, três conjuntos de resultados: aqueles dos fotodetectores (embora incompletos, já era possível tirar algumas conclusões que guiassem a confecção de fotodetectores baseados em pontos-quânticos), aqueles dos estados de borda contra-rotativos (os que eu mais gostei, apesar de tudo) e aqueles relacionados às medidas de localização-fracas.

A defesa da tese de doutoramento ocorreu em abril de 2008, tendo como banca examinadora o Prof. Dr. Antônio Carlos Seabra (EPUSP), o Prof. Dr. Elhiermes Arraes Meneses (UNICAMP), a Prof^a Dr.^a Euzi Conceição Fernandes da Silva (IFUSP), o Prof. Dr. Fernando Iikawa (UNICAMP) e a Prof^a Dr.^a Lucy Vitória Credidio Assali (IFUSP).

3. Formação profissional

Minha formação profissional distribuiu-se em três vertentes: eletrônica, desenvolvimento de *software* e, não menos importante, atendimento ao público. Delas, a segunda foi a que mais influenciou minha formação acadêmica.

3.1. Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo

Minha formação profissional começou com o colégio técnico profissionalizante em eletrônica, no Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, de 1991 a 1995, e paralelamente a ele, auxiliando no empreendimento comercial de meus pais, onde tive meu primeiro contato com o atendimento ao público.

À primeira vista, o tino para com o público pode parecer uma característica dispensável, especialmente para alguém com uma formação majoritariamente técnica e científica, como a minha, mas aprendi que isto não é verdadeiro, e confirmo essa certeza todos os dias. É, portanto, uma qualidade que prezo.

Durante o colégio técnico, aprendi muito sobre eletrônica, tanto sobre a parte prática quanto sobre a teórica. Mas eu era apenas um aluno mediano, com dificuldades medianas para apreender os conceitos ensinados. Isto mudou em 1994, quando comecei a estudar cálculo diferencial e integral por conta própria. Esta foi uma de minhas maiores conquistas pessoais, em muito responsável pelas minhas escolhas futuras, dentre elas toda a formação acadêmica descrita no capítulo anterior.

Nesta época tive meu primeiro contato formal com o desenvolvimento de *software* (PASCAL), e embora eu já exibisse alguma admiração pela ideia, obtive apenas resultados medianos, a exemplo das demais disciplinas. Curiosamente, desenvolvi, como trabalho da disciplina, um *software* para explicar as operações de diferenciação e integração (que, entre meus colegas, eu era o único que conhecia): um prenúncio do que eu faria anos mais tarde (seção 3.7). Foi nesta época também que desenvolvi práticas de **desenho técnico** e artístico, que emprego ainda hoje.

3.2. Telemática Sistemas Inteligentes

No último ano do ensino médio (1995), eu fiz um estágio (meu primeiro emprego registrado) na Telemática Sistemas Inteligentes Ltda, também conhecida como Icatel, e responsável pela manutenção de grande parte dos telefones públicos da cidade de São Paulo. Ali coloquei em prática os conhecimentos práticos adquiridos, consertando placas de circuito integrado dos extintos telefones públicos a ficha. Mas não tirei grandes proveitos: na época, minha única preocupação (lamentavelmente) era cumprir as horas do estágio para concluir o ensino técnico.

Quando terminei o estágio e o colégio técnico, fui fazer cursinho (1996). Esta parte não se encaixa bem nem na formação acadêmica nem na profissional, mas foi um período muito importante, pois consolidou os conhecimentos teóricos que eu havia desenvolvido no ensino médio, além de corrigir as falhas de formação básica inerentes ao colégio técnico (com muito tempo investido em disciplinas relativas à eletrônica, as disciplinas básicas são prejudicadas). De fato, minha classificação no vestibulinho para o Liceu de Artes e Ofícios, na Escola Técnica Estadual de São Paulo e no Instituto Tecnológico de Osasco (ITO) foi apenas suficiente para me permitir entrar, e não fui aprovado no vestibulinho para a Escola Técnica *Federal* de São Paulo. Mas quando fiz o vestibular, cinco anos mais tarde, fui aprovado em 12º na USP para Bacharelado em Física, em 1º na UNESP para Ciências da Computação e em 1º na classificação geral do FITO (Faculdade Instituto Tecnológico de Osasco). Também fui aprovado em 51º na classificação geral da UNICAMP. Resumindo, os anos de 1991 a 1995 foram de grande crescimento intelectual e profissional, e o cursinho é parte importante deste processo.

3.3. Iniciação científica

Logo que comecei a graduação, a iniciação científica no Laboratório de Física de Plasmas tornou-se minha única ocupação profissional (veja a seção 2.1 para mais detalhes). Isto durou até meados de 1998, quando fui aprovado, em 32º, num concurso público para técnico bancário na Caixa Econômica Federal (CEF).

3.4. Caixa Econômica Federal

Na CEF voltei a desenvolver a habilidade de lidar com o público: eu fui inicialmente designado para o setor de FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço), onde ocorriam

os mais distintos e complexos problemas. Trabalhei também como caixa, com empréstimos pessoais e estudantis, com financiamentos de habitação e com aplicações, mas foi no FGTS que me destaquei e me especializei, criando procedimentos e mecanismos para otimizar o atendimento daquele setor.

Mas a contribuição mais importante desse período foi a possibilidade de eu comprar meu primeiro computador, o que iniciou a trajetória que percorro até hoje (com salário de bolsista do CNPq isto teria sido impossível). Foi graças a ele que eu aprendi *hardware* de PC (lembro-me de ter lido um livro inteiro do Gabriel Torres, antes de fazer a compra), \LaTeX , Windows e Linux (na época em que se difundia fora do meio acadêmico), AutoCAD, CorelDraw, MathCAD, Mathematica, Matlab, Microcal Origin, Photoshop, 3D Studio e tantos outros (sem falar nos jogos e simuladores de voo). Este equipamento durou até o final do meu mestrado, e lembro-me, com saudade, de tê-lo usado para escrever minha dissertação.

Permaneci na Caixa Econômica Federal até o começo de 2001, quando então fui contratado para desenvolver *software* na Eletropiezo Indústria e Comércio Ltda.

3.5. Eletropiezo Indústria e Comércio Ltda

Em abril de 2001, por indicação de um colega da graduação, fui contratado pela Eletropiezo Indústria e Comércio Ltda, uma empresa que produz *software* para atendimento telefônico (URA, de Unidade de Resposta Audível). Foi neste meio que comecei a programar comercialmente, e passei a ter um tutor na área de programação de computadores: o colega e amigo Gerson de Souza Faria.

Aprendi a programar em T-REXX, uma linguagem proprietária da IBM usada para produzir URA, especificamente para o único projeto de URA IBM em Windows no Brasil, utilizando uma ferramenta chamada DirectTalk (hoje parte do pacote Websphere da IBM). Este trabalho foi desenvolvido para a Fidelity International Systems (FIS), que administra cartões de inúmeros bancos e agentes financeiros, como o Banco Itaú, Panamericano, e até bancos menos conhecidos, como Rural, que ganhou notoriedade em 2006 com escândalos de corrupção.

Aprendi muitas técnicas novas de programação, os princípios da programação orientada a objetos, bem como a trabalhar em equipe e sob a pressão de prazos e responsabilidades: na graduação um erro custava nota; ali custava — muito — dinheiro.

Deixei a empresa no início de 2002, para começar o mestrado, mas continuei dando

suporte técnico significativo até muito recentemente, pois acabei me tornando um dos poucos profissionais capacitados para este trabalho no Brasil. Para isso precisei abrir uma empresa de desenvolvimento de *software*, a Cagnotto & Pagnossin Serviços de Informática Ltda.

O projeto foi um sucesso para todos os envolvidos e manteve-se ativo até dezembro de 2010 (se você, leitor, tem um cartão de crédito, muito provavelmente já foi atendido por essa URA), quando então foi integralmente substituído por uma versão mais recente (da qual eu não participei).

3.6. Cagnotto & Pagnossin Ltda

Esta é a empresa da qual sou dono. Ela foi inicialmente aberta, em novembro de 2005, para a prestação de serviço de desenvolvimento de *software* e suporte técnico das URAs da FIS. Mas desde então esta empresa tem prestado serviço para outros clientes, como o Instituto de Pesquisas Eldorado (projeto Aulas Interativas, mais a frente), a Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTI), a Fundação de Apoio à USP (FUSP) e o próprio Instituto de Física da USP.

3.7. Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada

Minhas atividades no Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) representam a confluência das minhas trajetórias acadêmica e profissional, e certamente consistem nas minhas mais relevante contribuições para a sociedade e para a USP.

No final de 2007 eu estava bastante descontente com os resultados obtidos no doutorado e desiludido com a morosidade da pesquisa experimental (ao menos na área em que eu atuei). E o prosseguimento padrão seria conseguir uma bolsa de pós-doutoramento, uma ideia que não me agradava.

Nesta ocasião, e por intermédio da Prof.^{te} Euzi, conheci o Prof. Dr. Gil da Costa Marques, criador e responsável por um grupo do Departamento de Física Experimental do IFUSP dedicado à criação de material didático, o CEPA. Ele precisava de um programador para desenvolver *applets* Java de simulações de fenômenos físicos, como parte do projeto TIDIA-Ae [12], e minha formação acadêmica e profissional fazia de mim a pessoa certa para o trabalho.

Para mim era uma conjunção favorável: congregar Física e desenvolvimento de *soft-*

ware, as duas principais áreas nas quais eu vinha investindo há dez anos. Além disso, a confecção da minha dissertação de mestrado e da minha tese de doutorado desenvolveram em mim a capacidade de criar ilustrações, animações e simulações agradáveis aos olhos (**ferramentas de produção gráfica**); e mais importante, a capacidade de simplificar a apresentação de ideias complexas.

E assim comecei a trabalhar no CEPA, com bolsa de capacitação técnica nível TT-4 da FAPESP, em dezembro de 2007. Nos primeiros seis meses eu trabalhei sozinho, pois era o único programador de simulações da equipe, e desenvolvi *applets* sobre campos vetoriais, integrais de linha, lançamento balístico com resistência do ar, ângulos de Euler (o primeiro que envolvia o uso de programação tridimensional), entre vários outros [13].

No início esses *applets* distinguiam-se dos demais, encontrados na Internet, apenas pelo **design da interação** (ou, de forma mais ampla, a **experiência do usuário**), embora ainda sutilmente. Mas esta preocupação guiou meu trabalho com *applets* nos meses seguintes, onde procurei desenvolver métodos para trabalhar conjuntamente com artistas, que então ficariam responsáveis pela parte visual. A ideia era que um recurso *didático* precisava não apenas passar o conceito a que se propunha, mas tão importante quanto isso, precisava também cativar o usuário. Os resultados deste trabalho podem ser obtidos no meu perfil na **comunidade social** Stoa [14].

3.7.1. O curso *Usando \LaTeX ; pensando \TeX*

Ainda no primeiro semestre de 2008, o Prof. Gil pediu que eu montasse um curso sobre \LaTeX , um **sistema de produção de documentos** que eu havia aprendido a utilizar na graduação, para os relatórios de laboratório. Desta encomenda surgiu o curso “Usando \LaTeX ; pensando \TeX ”, que foi oferecido para a comunidade USP através da Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTI).

O curso foi concebido inicialmente para ser semi-presencial, com 20 horas de duração. O enfoque dele era totalmente prático (usando \LaTeX), mas explorava profundamente os conceitos fundamentais do sistema (pensando \TeX). E por ser semi-presencial, todo o conteúdo do curso, como tutoriais, apresentações, atividades práticas, exercícios e lições (muitos deles com avaliação automática e um extenso e cuidadoso sistema de *feedbacks*), foi disponibilizado no sistema de gerenciamento de cursos Moodle, que aprendi a usar num curso oferecido pela CTI. Não obstante isso, a parte não-presencial valia-se também das mais modernas ferramentas de aprendizado colaborativo e da **web 2.0**, como fóruns, chats e **wikis**. Já a parte presencial do curso ocorria na sala multimeios do IFUSP, que

contava com 25 *notebooks* e uma lousa eletrônica, equipamentos que foram realmente utilizados no curso.

A primeira turma oficial foi aberta no segundo semestre de 2008, tendo eu como professor (um trabalho *pro bono*), minha colega Juliana Giordano como tutora e meu colega Marcelo Alves como *designer* instrucional*. E foi um grande sucesso, mostrando que havia de fato interesse por um curso assim na USP: em menos de duas horas após a abertura das inscrições, na comunidade Stoa, as 25 vagas já estavam completas; e antes do final daquele dia, já havia mais de 150 inscritos.

Mas o curso exigia muito dos alunos, pois concentrava-se em atividades: metade de *toda* aula presencial era composta por exercícios. E no Moodle existiam inúmeras atividades e exercícios para serem feitas, com graus de complexidade crescentes. De fato, apenas 11 pessoas concluíram a primeira turma, e cada uma recebeu um diploma endossado pelo Prof. Gil, então coordenador da CTI.

Em seguida o curso foi reformulado e expandido para 24 horas, e uma nova turma foi oferecida no primeiro semestre de 2009 (eu novamente como professor). Delas, 7 chegaram ao final.

Este curso foi uma das minhas mais significativas produções no CEPA e ele continua disponível através da Internet [15], mas nenhuma outra turma foi oferecida (ainda há procura), pois a proposta inicial era que se tornasse um curso a distância. Ademais, um novo projeto entrava em cena, que requereria toda a minha atenção: o projeto Aulas Interativas.

3.7.2. O projeto Aulas Interativas

Ainda no primeiro semestre de 2009, o CEPA foi procurado pela Prof^a Maria Alice Pereira, então Assessora de Tecnologia Educacional da Secretaria de Estado da Educação (SEE), para um projeto em parceria com a Dell Computadores do Brasil. A proposta era instalar uma lousa eletrônica em cada uma das 26 escolas públicas da região de Hortolândia, interior de São Paulo, e caberia ao CEPA produzir os conteúdos interativos para as lousas, para as disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática da 6^a série do Ensino Fundamental e do 1^o ano do Ensino Médio.

Na verdade, o CEPA fora convidado a apresentar uma proposta de aula interativa, com

* A primeira turma de fato (experimental) ocorreu em julho e agosto de 2008, e contou com a presença do Prof. Gil e de funcionários do CEPA, da CTI e do IFUSP que precisavam daqueles conhecimentos, principalmente para auxiliar os professores na escrita de seus artigos científicos.

lousa eletrônica (concorríamos com outras empresas, como Clickideia, Klick educação e Fundação Conesul). E coube a mim montar essa aula e apresentá-la[†] para membros da SEE e da Dell. O tópico, escolhido pela SEE, era “as relações métricas do triângulo-retângulo”. Ao montar a aula, tomei o cuidado de partir de conceitos cotidianos (algo que em pedagogia se chama construcionismo), e usando a lousa eletrônica, mostrei como a dedução das relações métricas do triângulo-retângulo tornava-se simples quando valendo-se de um *software* que eu produzi especialmente para esta apresentação. A proposta agradou, pois o CEPA foi escolhido para o trabalho (e eu fui convidado a reapresentar esta aula inúmeras outras vezes).

Curiosamente, convém mencionar que este projeto quase não foi concretizado devido às falhas encontradas nos cadernos de Geografia, naquele ano, e que causaram a queda da Secretária da Educação.

Assim o projeto começou, pouco antes do segundo semestre de 2009, com enfoque voltado para a produção de *softwares* interativos para lousas eletrônicas. E eu passei a liderar uma pequena equipe de programadores (com estagiários da USP, inclusive), bem como a coordenar a produção desse material com a equipe de arte do CEPA, até então ausentes na criação desse tipo de conteúdo (lembre-se: até então eu era o único programador do CEPA e trabalhava sozinho). Mais especificamente, eu me tornei responsável pela produção de todo o material de Matemática, e embora oficialmente eu não fora indicado para propor os conteúdos interativos, com base nos cadernos desenvolvidos pela SEE, pois minha formação não era a de Matemático, eu muito influenciei esse material, num trabalho conjunto com os professores indicados pela SEE (e que haviam criado os cadernos) e com os Professores Coordenadores das Oficinas Pedagógicas (PCOP).

Cheguei também a treinar professores da rede pública, usuários das lousas e do material por nós criado, em uma aula temática criada para a abertura oficial do projeto, na SEE, em novembro de 2009. Esta apresentação teve as presenças ilustres do então Secretário de Educação, Carlos Vogt, e do fundador da Dell, Michael Dell.

Através deste projeto eu aprendi novas tecnologias como Flash, ActionScript e lousa eletrônica; aprendi a trabalhar com pessoas de outras áreas, como os professores da SEE e os ilustradores do CEPA; desenvolvi em mim a capacidade de liderar uma equipe, e coordená-la para atingir um objetivo (dentro do prazo, sempre que possível); e por que não dizer: tive a oportunidade de conhecer pessoalmente as precárias situações em que

[†]Cabe mencionar que as habilidades desenvolvidas na criação do curso de \LaTeX contribuíram bastante, especialmente no que se referia a falar em público, uma tarefa que eu passei a não ter dificuldade.

os professores da região de Sumaré bravamente exercem sua profissão, e apesar disso, ainda assim observar o brilho nos olhos de cada aluno(a) com as novidades que levávamos para eles.

Para o CEPA, foi a oportunidade de evoluir — muito — em termos de profissionalismo, e prepará-lo para o que estava por vir: os projetos Univesp e Redefor. A participação do CEPA, na produção de material, terminou em dezembro de 2010, mas o projeto continua em funcionamento, utilizando o material produzido por nós.

Em tempo, é importante observar que a escolha pela tecnologia Flash, feita por mim (eu era o único programador do CEPA), foi crucial para que o projeto fosse cumprido. Que a verdade seja dita: de um lado, o governo de José Serra impusera que o projeto deveria estar pronto até o final de 2010 (época de eleição); do outro, a SEE exigira um ano letivo completo de material produzido. Esses eram os termos para a Dell. Para o CEPA significava um prazo irrisório. Tivesse eu escolhido utilizar Java, nós não teríamos chegado ao final do projeto, pois a produtividade dele é bem menor que a do Flash.

3.7.3. Os projetos Univesp e Redefor

Após a assinatura do Governador José Serra para a criação da Univesp (Universidade Virtual do Estado de São Paulo), em março de 2010[‡], o CEPA passou a produzir parte do material que seria disponibilizado aos alunos através do sistema Moodle (usado no curso de L^AT_EX). A primeira turma do primeiro curso, Licenciatura em Ciências, teve início no segundo semestre de 2010.

A partir daí eu adquirei a tarefa dupla de garantir a produção de materiais (*softwares* interativos) tanto para a Univesp quanto para o projeto Aulas Interativas. Além disso, eu oficialmente faço parte do projeto Univesp como Educador II (ou professor de atividades) das disciplinas de Dinâmica dos Corpos e Eletromagnetismo, responsável pela criação de atividades *online*; no Moodle.

É importante mencionar também que, com a Univesp, os *softwares* que desenvolvemos passaram a ser desenvolvidos para a **Internet** (isto é, levando-se em conta diferentes **navegadores** e **sistemas operacionais**), uma vertente que não era desenvolvida no projeto Aulas Interativas.

Além da produção, grande parte do meu esforço atual é dedicado à otimização dos processos internos do CEPA. Um exemplo disso é a implantação (ainda parcial) do sistema

[‡]A aprovação deste projeto vinha sendo adiada há pelo menos um ano por pressões de setores da sociedade contrários ao ensino a distância.

de desenvolvimento ágil de projetos chamado Scrum, que eu trouxe para o CEPA no final de 2010. Outro é a utilização do padrão **SCORM** (*Sharable Content Object Reference Model*) nos *softwares* que desenvolvemos (Objetos de Aprendizagem, na terminologia *e-learning*), também introduzido por mim em meados de 2010, e que eu já vinha estudando um ano antes. O SCORM 1.2 é o padrão de fato da indústria de *e-learning* no exterior, mas ainda é muito pouco difundido no Brasil. No CEPA ele é empregado parcialmente, e já rendeu uma bolsa de treinamento técnico para um dos integrantes da minha equipe (oficialmente, ele é um aluno do Prof. Dr. Ewout ter Haar).

A equipe que hoje lidero e coordeno é composta por 7 pessoas, além de mim: um ilustrador, três programadores e três estagiários (de programação). No entanto, eu participo de praticamente todas as decisões que envolvem o CEPA. Além disso, tenho também participado do desenvolvimento do novo leiaute do Moodle, juntamente com a equipe de Apoio Técnico e Pedagógico (parte do CEPA), liderada pelo Prof. Dr. Ewout ter Haar, e a *designer* instrucional Prof^a Vani Kenski. Auxílio também a consultora Ely Joana Beloto na modelagem do processo de criação dos cursos, particularmente no que concerne o sistema de gerenciamento de projetos que utilizamos, o Redmine.

O CEPA e, particularmente, a equipe de criação de objetos de aprendizagem, produzem material para outro grande projeto, também em parceria com a Secretaria de Estado da Educação: a Redefor, ou Rede São Paulo de Formação Docente. Contudo, minha participação neste projeto ainda é pequena, mas vem crescendo nos últimos meses com a divulgação dos objetos de aprendizagem criados para a Univesp.

3.7.4. Resumo

Entrar no CEPA foi a reunião de duas vocações, Física/Matemática e programação, e hoje percebo que estou no lugar certo. Contudo, ainda há uma falha que não tive a oportunidade de consertar: o CEPA é hoje um centro de produção de material didático, não de pesquisa. E isto é inaceitável, pois temos pessoal e material para realizá-la. O que nos falta é um docente USP dedicado a isso, que possa orientar essa pesquisa e pleitear financiamentos em órgãos de fomento. De fato, já perdemos algumas boas oportunidades por conta disso (o Prof. Gil, coordenador do grupo, está ocupado com questões maiores, e o Prof. Ewout está envolvido com outras pesquisas).

De todo modo, em breve o CEPA produzirá também conhecimento de ponta...

4. Perspectivas

Eu tive a oportunidade de experimentar os meios acadêmico e corporativo, e a felicidade de trilhar o “caminho do meio”, a despeito de todas as dúvidas, que sempre estiveram presentes. Muito foi realizado, especialmente no CEPA, e em grande parte sem a recompensa financeira que eu poderia ter obtido no meio corporativo. Mas esta é uma escolha que faço lucidamente, pois as minhas maiores recompensas são pessoais, e acima de tudo minha intenção é construir algo de que me orgulhe e que contribua para o futuro do meu filho e da nossa sociedade. Eu tenho conseguido seguir este caminho, bem ou mal, com a ajuda de todas as pessoas que encontrei nessa jornada. Mas ela não tem fim...

Criação e produção de objetos de aprendizagem, e pesquisa sobre eles. Esses são os três ingredientes que preciso. Atualmente tenho os dois primeiros, e já começo a lutar para conseguir o terceiro. É justamente onde este cargo de docente pode auxiliar.

Independentemente disso, meu trabalho no CEPA continua, e para o próximo semestre (até o final do ano) tenho algumas metas bem claras:

- Finalizar a implantação do Scrum no CEPA;
- Buscar *feedback* dos alunos, tutores e educadores quanto aos Objetos de Aprendizagem disponibilizados;
- Difundir os Objetos de Aprendizagem entre os professores-autores, educadores e tutores (muitos deles sequer sabem que eles existem, e outros não imaginam que existe uma equipe capaz de realizar suas ideias);
- Difundir o padrão SCORM entre os professores autores, educadores e tutores;
- Submeter dois ou três trabalhos, em parceria com colegas acadêmicos do CEPA, para os próximos congressos da ABED (Associação Brasileira de Ensino a Distância), baseados em nossas experiências nos projetos Aulas Interativas, Univesp e Redefor.

5. Projeto de pesquisa

5.1. Introdução

O processo de ensino-aprendizagem assistido por computador (TICE, de Tecnologia da Informação e Comunicação para a Educação), como laboratórios de informática, cursos a distância [16, 17], lousas eletrônicas [18] e dispositivos móveis [19], entre outros, tem se tornado cada vez mais presente como uma complementação de qualidade à educação tradicional. E particularmente no caso do Ensino a Distância (EaD), constitui também numa alternativa mais econômica e acessível, capaz de transpor barreiras geográficas e integrar diferentes culturas, de modo a realizar o que hoje se conhece por aprendizado colaborativo.

Devido a este sucesso das TICE, a demanda por *softwares* desenvolvidos para este fim também ganha espaço. Exemplos já bastante difundidos são as comunidades virtuais (Facebook, Orkut, Stoa *etc*), *blogs*, *chats*, fóruns *etc*. E dentre elas há um subconjunto de *softwares* educativos que exploram a capacidade de cálculo do computador para facilitar ou otimizar a compreensão de conceitos e técnicas [20]. Por exemplo, utilizando-se dicionários digitais é possível explorar a ocorrência de prefixos e sufixos nos vocábulos da língua portuguesa dinamicamente. Ou ainda, pode-se explorar os efeitos de se ignorar a aproximação de ângulos pequenos na modelagem do pêndulo simples. De fato, algumas iniciativas já estão disponíveis, como o Projeto Homem Virtual [21] e *softwares* de geometria dinâmica [22, 23].

Outro exemplo de grande sucesso e muito difundido são os simuladores de voo: *softwares* como o Flight Simulator e o X-Plane permitem que o candidato a piloto aprenda muitos conceitos antes mesmo de entrar num avião. Realmente, nas normas da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) consta que “30 horas de voo podem ser substituídas por 30 horas de instrução em simulador” (RBHA 61, para a habilitação em voo por instrumentos). E com relação a isso eu posso dar um testemunho: eu, como piloto de planador, aprendi algumas das técnicas que uso em voo (real) num simulador chamado

Condor Soaring.

Assim, este tipo de recurso pode ser utilizado desde o ensino básico [24] até o ensino superior [25], e mesmo em pós-graduação e cursos técnicos [26].

Mas apesar de todo este potencial, a indústria deste tipo de material ainda não existe de fato. Ao invés disso, tudo que se tem são iniciativas isoladas, a maioria amadoras [27, 28]. Apenas recentemente algumas universidades no exterior começaram a se dedicar à produção e estudo desses materiais [25, 29], e algumas empresas (também no exterior) começam a enxergar mercado para eles. É onde esta proposta se encaixa, particularmente (mas não exclusivamente) no âmbito da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (Univesp).

5.2. Justificativa

A criação desses *softwares* educacionais [ou, mais ambiciosamente, Objetos de Aprendizagem (OA)] exige uma interdisciplinaridade ainda escassa hoje em dia, entre a área do saber a ser ensinado, a pedagogia e a área tecnológica. Como consequência, o processo de produção de OA é ainda pouco desenvolvido. Pelo lado tecnológico, a indústria que mais se aproxima dele é a de jogos eletrônicos; pelo lado pedagógico, o que mais se aproxima é o *designer* instrucional, profissão ainda pouco difundida no Brasil.

Existem ferramentas capazes de auxiliar educadores na criação de conteúdos mais interessantes que aqueles normalmente utilizados (textos, imagens e vídeos), como o eLML e o Adobe Captivate, mas em geral esses conteúdos não usufruem das vantagens do computador. Por exemplo, é comum ver questões criadas com ferramentas como estas que apenas reproduzem, no computador, questões de sala de aula. Algumas até utilizam efeitos especiais de transição, mas geralmente sem qualquer utilidade pedagógica. São, por assim dizer, recursos para agradar aos olhos. Certamente eles têm seus méritos, mas é justamente em seus defeitos que esta proposta se concentra.

5.3. Objetivo

Deste modo, **o objetivo fundamental desta proposta é desenvolver e difundir conhecimento na criação e produção* de Objetos de Aprendizagem, e deste**

*A *criação* é a fase em que o OA é identificado e aperfeiçoado de modo a cumprir um objetivo pedagógico. A *produção* é a etapa de realização da ideia surgida na criação.

modo, estabelecer um caminho de formação para futuros profissionais nesta área.

Por outro lado, *não* é objetivo desta proposta criar ferramentas que facilitem a criação de Objetos de Aprendizagem por *educadores*, a exemplo do Adobe Captivate. Ao invés disso, o intuito é permitir a formação de pessoas com vocação tanto para as áreas do saber a ser ensinado quanto para a tecnológica, supondo a existência do suporte pedagógico de um profissional qualificado para tal, como o *designer* instrucional.

Convém enfatizar que o projeto Aulas Interativas (seção 3.7.2), financiado pela Dell e em parceria com a SEE, evidencia o interesse comercial dessa empresa neste mercado, indicando uma possível tendência econômica e, por conseguinte, disponibilidade de postos de trabalho para profissionais qualificados na criação e produção de Objetos de Aprendizagem. É, portanto, mais uma justificativa para o desenvolvimento deste projeto.

5.4. Proposta imediata

Neste momento, o curso de Licenciatura em Ciências pela Univesp está em fase de criação e oferecimento, tornando-o a plataforma ideal para começar este trabalho. Por esta forma, a proposta *imediata* deste trabalho é, nesta ordem:

1. Criar e produzir Objetos de Aprendizagem para as disciplinas do curso;
2. Oferecer esses OA para os alunos, como parte das atividades *online* (essas atividades, conforme o coordenador executivo do projeto Univesp, Prof. Dr. Gil da Costa Marques, são os recursos centrais do ambiente virtual de aprendizagem, *ie*, o Moodle);
3. Entrevistar os alunos, tutores e educadores acerca dos prós e contras desses OA, bem como obter sugestões de melhoria (dados úteis podem ser obtidos também através das avaliações automáticas do Moodle e de seus registros de log);
4. Aperfeiçoar os OA produzidos.

Este processo de pesquisa e produção é similar àquele utilizado no projeto PhET, da Universidade do Colorado [25], e junto com sua extensa lista de estudos já efetuados [30], constitui o modelo a ser seguido nas etapas iniciais.

Os passos 1 e 2 acima já são executados pelo CEPA atualmente, para qualquer disciplina dos projetos Univesp e Redefor. No entanto, o embasamento pedagógico ainda não está presente na fase de criação. Este é um erro a ser corrigido com a presença de um *designer* instrucional (primeira opção) ou com treinamento do profissional de criação de

Objetos de Aprendizagem (segunda opção). Mais ainda, essas ações constituem

Essas ações corretivas são importantes, mas num primeiro momento a pesquisa propriamente dita pode se concentrar nos passos 3 e 4. E apenas para as disciplinas de Física e Matemática, áreas nas quais sou capacitado.

5.5. Metodologia

Essencialmente, a pesquisa nesta etapa inicial consistirá de entrevistas, formais ou informais, com todos aqueles que participam do processo de ensino e aprendizagem no dia-a-dia do curso da Univesp. São eles: os educadores, os tutores e, principalmente, os alunos (ou “aprendizes”, como se diz no meio do EaD). Além disso, os próprios Objetos de Aprendizagem, quando confeccionados de modo a registrar o aproveitamento dos alunos (por exemplo, usando SCORM), podem oferecer informações importantes sobre sua eficácia. E mesmo os registros do próprio Moodle pode guardar informações úteis, como o número de tentativas de um mesmo OA ou o tempo gasto nele.

A expectativa é que a análise desses dados forneça direcionamento na criação e produção de novos Objetos de Aprendizagem e daqueles que originaram esses dados. E tendo isto em mente, torna-se imprescindível mencionar que as etapas 1–4 da seção anterior ocorrem para *cada* OA. Em outras palavras: nós não vamos esperara acabar um semestre para, então, verificar o que deu certo e o que não; isto será feito rotineiramente.

5.6. Propostas para o futuro

A longo prazo, outras propostas de trabalho e pesquisa já podem ser cogitadas, embora a realização delas dependa do andamento da proposta imediata (seção anterior), bem como do desenvolvimento das TICE nos próximos anos. São elas, em ordem crescente de complexidade:

- Pesquisa, criação e produção de OA para lousas eletrônicas. O CEPA já detém algum conhecimento sobre este assunto, desenvolvido no projeto Aulas Interativas (seção 3.7.2), de modo que é bastante simples continuar este trabalho.
- Pesquisa, criação e produção de OA para dispositivos móveis, como celulares e *tablets*. O CEPA comprou recentemente um *tablet* baseado no sistema Android, e já começa a desenvolver conhecimento nessa linha.
- Incorporação de princípios de internacionalização e acessibilidade nos OA, o que

ampliaria o público-alvo dos Objetos de Aprendizagem e beneficiaria pessoas com necessidades especiais. Além disso, um trabalho de pesquisa sobre como aplicar princípios de neurolinguística nos OA potencialmente os tornariam mais eficazes.

- Integração ente OA e vídeos, compondo um “laboratório didático virtual”. A ideia é disponibilizar para o aluno equipamentos virtuais e vídeos pré-gravados que o orientam em cada tomada de decisão, certa ou errada. O aluno poderia inclusive chegar a “destruir” o aparelho se, por exemplo, permitir que muita luz atinja um fotodetector sensível.
- Extensão da pesquisa para outras áreas. A pesquisa proposta na seção anterior limita-se à Física e à Matemática apenas por que esta é a minha formação. No entanto, à medida que o projeto tomasse proporções maiores, parcerias poderiam ser feitas e pesquisas similares, desenvolvidas em outras áreas.

Cada um dos itens acima, além de compreender um produto a ser desenvolvido, requer pesquisa similar àquela da seção anterior. Outros itens, como os abaixo, são contribuições que eu e uma equipe de criação de Objetos de Aprendizagem podemos realizar.

- Retomada do curso “Usando \LaTeX ; pensando em \TeX ” (seção 3.7.1). Atualmente este curso encontra-se disponível nos servidores da CTI, mas o curso é oferecido de modo assíncrono e individual. No entanto, a demanda por esse conhecimento na USP e em outros centros de pesquisa justifica sua reativação, com a dedicação de tutores *online* aos alunos.
- Comunidade social de usuários de OA, integrada ao repositório de OA que já estamos desenvolvendo, e que permitiria a troca de ideias e experiências entre usuários de OA, bem como valioso *feedback* para a equipe de criação e produção deles. Mais do que isso, essas informações podem definir as necessidades mais imediatas dos educadores, de modo a guiar a criação e produção de OA.
- *Framework* para a criação de OA baseado em tecnologias e padrões abertos. A produção de Objetos de Aprendizagem requer a participação de programadores e ilustradores (pelo menos), e no que concerne a integração dos esforços de cada um desses profissionais, a plataforma Flash é hoje a melhor opção. Existem ferramentas livres que substituem o Flash na parte de programação, assim como existem ferramentas livres que substituem o Flash na parte de arte. Mas essas ferramentas não produzem resultados facilmente integráveis.
- Cursos de capacitação em programação para OA, desde paradigmas de programação (procedural, estruturada, orientada a objetos, protótipos, lógica e funcional) e

técnicas (*design patterns*), passando por métodos numéricos (como derivação e integração numérica, quaternions *etc*) até chegar nas diversas tecnologias disponíveis para a produção de OA, para *desktop*, Internet e dispositivos móveis.

- Estabelecer o CEPA como centro de criação de materiais didáticos para qualquer faculdade da USP que necessite deles. Este é um trabalho mais político que técnico, e por isso ainda bastante incerto.

5.7. Conclusão

As TICE têm se mostrado um caminho sem retorno (as evidências aparecem todos os dias). E os “*softwares* educacionais/educativos” ou “Objetos de Aprendizagem” ou “Unidades de Aprendizagem” (...) são parte desta evolução. Algumas universidades e empresas no exterior já perceberam isso, e essa tendência começa a afetar o Brasil: tome como exemplo a SEE e a Dell, com o projeto Aulas Interativas, e a própria USP, com a Univesp.

Sob a minha perspectiva, o mais importante do que foi exposto até agora é que essas ideias *já estão sendo colocadas em prática, no CEPA e com a minha participação*. Ou seja, são propostas com chances reais de se concretizarem. Algumas podem ser alteradas ou adaptadas, ou mesmo tornarem-se obsoletas. Mas a ideia fundamental, **desenvolver e difundir conhecimento na criação e produção de Objetos de Aprendizagem** (ou seja lá que nome você prefere), será uma demanda da sociedade no futuro próximo. E abster-me disso é um erro que eu não posso cometer.

A. Dados pessoais e produções relevantes

Dados pessoais e de contato

Nome: Ivan Ramos Pagnossin

RG: 15.420.406-7

CPF: 179.905.018-13

Celular: (11) 6434-4513

Telefone residencial: (11) 3686-7583

Endereço residencial: Rua Rio São Francisco, 287 — Osasco/SP — CEP 06236-070

Telefone comercial: (11) 3091-6695 ou 3091-6709

Endereço comercial: CEPA (Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada), Rua do Matão, Travessa R, 187 Edifício Van de Graaf — Cidade Universitária-USP — São Paulo/SP — CEP 05508-090

e-mail: ivan.pagnossin@gmail.com

Meus currículos na Internet: <http://goo.gl/1Kz1u>

<http://goo.gl/jWcJD>

<http://goo.gl/N1MUC>

Currículo Lattes

LinkedIn

curriculum.com.br

Formação acadêmica e titulação

Ensino Fundamental: Instituto São Pio X, de 1982 a 1990.

Ensino Médio: Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, de 1991 a 1995.

Ensino Médio Profissionalizante: Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, de 1991 a 1995. Título de Técnico em Eletrônica.

Graduação: IFUSP, de 1997 a 2002. Título de Bacharel em Física Básica.

Iniciação científica: Laboratório de Física de Plasmas do IFUSP, de 1997 a 1998.

Mestrado: IFUSP, de 2002 a 2004. Título de Mestre em Ciências.

Doutorado: IFUSP, de 2005 a 2007. Título de Doutor em Ciências.

Formação complementar

- *Curso Profissional de Datilografia*, Tecla Escola de Datilografia, 1989.
- *Cursinho para o exame vestibulinho*, Centro Educacional Desafio, 1990.
- *Desenho técnico*, Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, 1991.
- *Desenho artístico*, Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, 1992.
- *Reconhecimento do céu*, Escola Municipal de Astrofísica Planetário Municipal, 1992 (15 horas).
- *Tópicos de Astronomia: movimentos da Terra*, Escola Municipal de Astrofísica Planetário Municipal, 1993 (10 horas).
- *Fundamentos de Astrofísica II — Evolução estelar*, Escola Municipal de Astrofísica Planetário Municipal, 1993 (30 horas).
- *Cursinho para o exame vestibular*, Etapa, 1996.
- *Alemão*, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2003 (ouvinte do primeiro semestre do curso de Letras).
- *Inglês*, Top English, 2002.
- *Curso de voo a vela*, Aeroclube Politécnico de Planadores, 2004–2009 (40 horas de voo).
- *Curso preparatório para o TOEFL*, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 2006.
- *Francês*, Francês em casa, 2007 (50 horas).
- *Moodle na USP*, CEPA/CTI, 2008.
- *Desenvolvimento Web com HTML, CSS e JavaScript*, Caelum Ensino e Inovação, 2010 (20 horas).
- *Leader Training I*, Arita Treinamentos, 2010 (35 horas).
- *Gerenciamento ágil de projetos com Scrum*, Caelum Ensino e Inovação, 2010 (20 horas).
- *Brigadista para combate ao incêndio*, Centro de Treinamento da Rochácara Ecofire, 2010 (12 horas).
- *Leader Training II*, Arita Treinamentos, 2011 (35 horas).

Desenvolvimento de material didático ou instrucional

- 16 Objetos de Aprendizagem para web (Física), no âmbito do projeto TIDIA-Ae.
- 104 Objetos de Aprendizagem para lousa eletrônica (Matemática e Língua Portuguesa), no âmbito do projeto Aulas Interativas, sendo 31 produzidas por mim e 73 sob a minha coordenação.
- 118 Objetos de Aprendizagem para web (Física e Matemática), no âmbito dos projetos Univesp e Redefor, sendo 32 produzidas por mim e 86 sob a minha coordenação.

Produção bibliográfica

- Dissertações e teses
 - *Propriedades de transporte elétrico de gases bidimensionais de elétrons nas proximidades de pontos-quânticos de InAs*, Dissertação de Mestrado, IFUSP (2004).
 - *Pontos-quânticos: fotodetectores, localização-fraca e estados de borda contra-rotativos*, Tese de Doutorado, IFUSP (2008).
- Artigos completos publicados em periódicos
 - I. R. Pagnossin, E. C. F. da Silva, A. A. Quivy, S. Martini e C. S. Sergio, *The quantum mobility of a two-dimensional electron gas in selectively doped GaAs/InGaAs quantum wells with embedded quantum dots*, J. Appl. Phys. **97**, 113709 (2005).
 - I. R. Pagnossin, A. K. Meikap, A. A. Quivy, G. M. Gusev, *Electron dephasing scattering rate in two-dimensional GaAs/InGaAs heterostructures with embedded InAs quantum dots*, J. Appl. Phys. **104**, 073723 (2008).
 - I. R. Pagnossin, A. K. Meikap, T. E. Lamas, G. M. Gusev, J. C. Portal, *Anomalous dephasing scattering rate of two-dimensional electrons in double quantum well structures*, Phys. Rev. B, Condensed Matter and Materials Physics **78**, 115311 (2008).
- Trabalhos completos publicados em anais de congressos
 - I. R. Pagnossin, E. C. F. da Silva, A. A. Quivy, S. Martini, C. S. Sergio, *The influence of strain fields around InAs quantum dots on the transport properties of a two-dimensional electron gas confined in GaAs/InGaAs wells*, no 12th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics, 2005, São José dos Campos. Brazilian Journal of Physics, 2005.

- I. R. Pagnossin, E. C. F. da Silva, A. A. Quivy, S. Martini, C. S. Sergio, *Scattering processes on a quasi-two-dimensional electron gas in GaAs/InGaAs selectively doped quantum wells with embedded quantum dots*, no 12th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics, 2005, São José dos Campos. Brazilian Journal of Physics, 2005.
- I. R. Pagnossin, G. M. Gusev, A. C. Seabra, A. A. Quivy, T. E. Lamas, J.-C. Portal, *Quantum Hall effect in bilayer system with array of antidots*, no 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28), 2006, Viena. 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28), 2006. p. 96.
- I. R. Pagnossin, G. M. Gusev, N. M. Sotomayor, A. C. Seabra, A. A. Quivy, T. E. Lamas, J.-C. Portal, *Quantum Hall effect in bilayer system with array of antidots*, no 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28) — Viena/Austria, 2006, Viena. Physics of Semiconductors, 28th International Conference, 2006. pp. 677–678.
- Resumos publicados em anais de congressos
 - I. R. Pagnossin, E. C. F. da Silva, A. A. Quivy, J. R. Leite, S. Martini, C. S. Sergio, *The influence of an InAs layer on the quantum mobility of a two-dimensional electron gas in GaAs/InGaAs selectively doped quantum wells*, no XXVII Encontro Nacional da Matéria Condensada, 2004, Poços de Caldas. XXVII ENFMC, 2004. v. 1. pp. 399–399.
 - I. R. Pagnossin, A. K. Meikap, A. A. Quivy, G. M. Gusev, *Weak localization and interaction effects in GaAs/InGaAs heterostructures with nearby InAs quantum-dots*, no 13th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics — São Paulo/SP, 2007, São Paulo. 13th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics — São Paulo/SP, 2007.
 - I. R. Pagnossin, G. M. Gusev, A. C. Seabra, A. A. Quivy, T. E. Lamas, J.-C. Portal, *Quantum Hall effect in bilayer system with array of antidots*, no 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28) — Viena/Austria, 2006, Viena. 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28) — Viena/Austria, 2006.

Relatórios técnicos

- 12 relatórios de atividade, para a FAPESP, referentes ao trabalho de desenvolvimento de *softwares* educacionais utilizando Java, no âmbito do projeto TIDIA-Ae, durante o período de dezembro de 2007 a janeiro de 2009. Esses relatórios podem ser obtidos através de [14].
- 7 relatórios mensais de atividade, para o Instituto de Pesquisa Eldorado, referentes ao trabalho de produção de *softwares* educacionais para o projeto Aulas Interativas, durante o período de dezembro de 2009 a junho de 2010.

Bolsas e auxílios

- Ensino Médio Profissionalizante, Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, 1991–1995.
- Iniciação científica, CNPq, 1997.
- Iniciação científica, CNPq, 1998.
- Mestrado, FAPESP, 2002–2004.
- Doutorado, FAPESP, 2005–2007.
- Capacitação Técnica, nível TT-4, FAPESP, 2008.
- Capacitação Técnica, nível TT-5, FUSP, 2010.

Auxílios para viagens ao exterior

- Grenoble High Magnetic Field Laboratory, Grenoble, França (março a maio de 2007). Estágio financiado pela FAPESP como parte do trabalho de doutorado.

Participação em eventos

- XVII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Poços de Caldas (2004).
- 12th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics, São José dos Campos (2005).
- XVIII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Santos (2005).

Organização de eventos

- \LaTeX e a Internet, CEPA (2008).

Projetos de pesquisa

- Estudo e desenvolvimento dos processos de criação e produção de Objetos de Aprendizagem para o projeto Univesp, junto a CTI e financiado pela FUSP (projeto Univesp), 2010.

Cursos e treinamentos produzidos

- *Usando \LaTeX ; pensando $T_{\mathcal{E}}X$* , curso semi-presencial com efoque prático (parte não-presencial através do sistema de gerenciamento de cursos Moodle da CTI, domínio `moodle.stoa.usp.br`).
- *Aula temática com lousa interativa*, produzida para a abertura oficial do projeto Aulas Interativas, na Secretaria de Estado da Educação, em 6 de novembro de 2009.

Cursos e treinamentos ministrados

- *Usando \LaTeX ; pensando $T_{\mathcal{E}}X$* , CEPA, 15 horas (2008).
- *Usando \LaTeX ; pensando $T_{\mathcal{E}}X$* , CEPA/CTI, 20 horas (2008).
- *Usando \LaTeX ; pensando $T_{\mathcal{E}}X$* , CEPA/CTI, 24 horas (2009).
- Treinamento de professores da rede pública de Hortolândia para a aula temática apresentada na abertura oficial do projeto Aulas Interativas, Diretoria de Ensino de Sumaré (3–5 de novembro de 2009).

Softwares produzidos

- Script LabTalk para a obtenção das mobilidades quânticas das sub-bandas de gases bidimensionais de elétrons a partir de oscilações de magnetoresistência (efeito Shubnikov-de Haas).

Palestras

- *Um modelo de aula interativa com lousa eletrônica*, CEPA, 19 de maio de 2009 (apresentação da proposta do CEPA para o projeto Aulas Interativas, para membros da SEE e da Dell).

- *Um modelo de aula interativa com lousa eletrônica*, Diretoria de Ensino de Sumaré, julho de 2009 (apresentação do projeto Aulas Interativas para os diretores das escolas públicas de Hortolândia).
- *Tecnologia educacional: atividades interativas para EaD e lousas digitais*, CEPA, 23 de outubro de 2009 [apresentação feita para os alunos da disciplina FAP0459 (tecnologia educacional), a convite do Prof. Dr. Ewout ter Haar].
- *Atividades Interativas para EaD e lousas eletrônicas*, CTI, 13 de julho de 2010 (apresentação feita para os coordenadores do projeto Univesp, sobre uma proposta de atividades interativas para o mesmo projeto).

Orientações e supervisões concluídas

- Coordenação de uma equipe de 4–6 programadores para a produção de *softwares* educacionais para o projeto Aulas Interativas. De julho de 2009 a dezembro de 2010.

Orientações e supervisões em andamento

- Coordenação de uma equipe de 6 programadores e 1 ilustrador para a produção de Objetos de Aprendizagem para os projetos Univesp e Redefor. Em andamento desde agosto de 2010.

Referências Bibliográficas

- [1] I. R. Pagnossin, E. C. F. da Silva, A. A. Quivy, S. Martini e C. S. Sergio, *The quantum mobility of a two-dimensional electron gas in selectively doped GaAs/InGaAs quantum wells with embedded quantum dots*, J. Appl. Phys. **97**, 113709 (2005).
- [2] XVII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, *A influência de pontos-quânticos de InAs sobre a mobilidade quântica de gases bidimensionais de elétrons confinados em poços-quânticos de GaAs/InGaAs seletivamente dopados*, 2004 (Poços de Caldas).
- [3] XVIII Encontro Nacional de Física da Matéria, *The influence of strain fields around InAs quantum-dots on the transport properties of a two-dimensional electron gas confined in GaAs/InGaAs wells*, 2005 (Santos);
- [4] 12th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics, *The influence of strain fields around InAs quantum-dots on the transport properties of a two-dimensional electron gas confined in GaAs/InGaAs wells*, 2005 (São José dos Campos);
- [5] I. R. Pagnossin, *Propriedades de transporte elétrico de gases bidimensionais de elétrons nas proximidades de pontos-quânticos de InAs*, Dissertação de Mestrado, IFUSP, São Paulo (2004).
- [6] M. J. da Silva, A. A. Quivy, S. Martini, T. E. Lamas, E. C. F. da Silva e J. R. Leite, *InAs/GaAs quantum dots optically active at 1.5 μm* , Appl. Phys. Lett. **82**, 2646 (2003).
- [7] B. L. Johnson, C. Barnes, G. Kirczenow, *Theory of the Hall effect in two-dimensional quantum-dot arrays*, Phys. Rev. B **46**, 15302 (1992).
- [8] 28th International Conference on the Physics of Semiconductors, *Quantum Hall effect in bilayer system with array of antidots*, 2006 (Áustria).

- [9] I. R. Pagnossin, A. K. Meikap, A. A. Quivy, G. M. Gusev, *Electron dephasing scattering rate in two-dimensional GaAs/InGaAs heterostructures with embedded InAs quantum dots*, J. Appl. Phys. **104**, 073723 (2008).
- [10] I. R. Pagnossin, A. K. Meikap, T. E. Lamas, G. M. Gusev, J. C. Portal, *Anomalous dephasing scattering rate of two-dimensional electrons in double quantum well structures*, Phys. Rev. B, Condensed Matter and Materials Physics **78**, 115311 (2008).
- [11] 13th Brazilian Workshop on Semiconductor Physics, *Weak localization and interaction effects in GaAs/InGaAs heterostructures with nearby quantum-dots*, 2007 (São Paulo).
- [12] TIDIA-Ae (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada — Aprendizado Eletrônico), em <http://tidia-ae.usp.br/portal>.
- [13] Alguns *applets* desenvolvidos na fase inicial do meu trabalho no CEPA: <http://goo.gl/t4xk4>, <http://goo.gl/TR4Ap> e <http://goo.gl/RH98f>.
- [14] Relatórios sobre a utilização de Java e SVG como plataforma para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem, em stoa.usp.br/irpagnossin/files, item “Apresentação e relatórios técnicos”.
- [15] Curso *Usando L^AT_EX; pensando T_EX*, em <http://goo.gl/bz6ST> (2011.06.15).
- [16] Cursos a distância do MIT (Massachusetts Institute of Technology), em ocw.mit.edu (2011.06.15).
- [17] Rede São Paulo de Formação Docente, em redefor.usp.br (2011.06.15).
- [18] Por exemplo, “Lousas digitais ligadas à internet são usadas em escolas do interior de São Paulo”, em <http://goo.gl/T3dz0> (2011.06.15).
- [19] Veja, por exemplo, *Escola brasileira substitui apostilas de papel por iPad*, em <http://goo.gl/eJ1pP>, *iPad: escola do Ceará vai utilizar o tablet como ferramenta de ensino*, em <http://goo.gl/2B1MK>, ou *New York orders thousands of iPads for schools*, em <http://goo.gl/Pkecg> (2011.06.15).
- [20] Guia didático sobre as tecnologias da comunicação e informação, Daniela Melaré Vieira Barros, Vieira e Lent, Rio de Janeiro, 2009.

- [21] Projeto Homem Virtual, em projethomemvirtual.com.br (2011.06.15).
- [22] Geogebra, *software* de geometria dinâmica, em <http://www.geogebra.org/cms/> (2011.06.15).
- [23] iGeom, *software* de geometria dinâmica desenvolvido pelo Prof. Dr. Leônidas de Oliveira Brandão, do Instituto de Matemática e Estatística da USP, em www.ime.usp.br/~leo/imatica/igeom (2011.06.15).
- [24] Coelho Sabido, *software* educativo para o ensino fundamental, em coelhosabido.com.br (2011.06.15).
- [25] Projeto PhET, em phet.colorado.edu (2011.06.15).
- [26] Amplificador *lock-in* virtual, da National Instruments, em <http://goo.gl/HBvKX> (2011.06.15).
- [27] *Applets* Java para a visualização de conceitos de Física, Matemática e Engenharia, em falstad.com (2011.06.15).
- [28] *Applets* Java de Física, traduzido pelo CEPA: www.walter-fendt.de/ph14br (2011.06.15).
- [29] Repositório de Objetos de Aprendizagem MERLOT, em www.merlot.org/merlot (2011.06.15).
- [30] Lista de artigos sobre as pesquisas acerca das simulações criadas no projeto PhET[25], em phet.colorado.edu/en/research (2011.06.15).