
Relatório Quadrienal de Atividades Programa de Pós-graduação em Física Universidade Estadual de Londrina

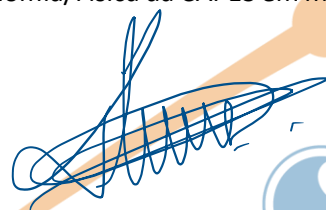
Equipe:

Coordenação: Dr. Thiago S. Pereira

Vice coordenação: Dr. Edson Laureto

Colegiado: Dr. Fabio L. Melquiades

Relatório de atividades do
Programa de Pós-graduação em Física
da Universidade Estadual de Londrina,
referente ao quadriênio 2017-2020,
submetido à avaliação do comitê de
Astronomia/Física da CAPES em maio de
2021.



Sumário

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE SIGLAS	4
RESUMO DO RELATÓRIO	5
ESTRUTURA	5
CONTEÚDO.....	5
PROGRAMA	7
ITEM 1.1 – PANORAMA DO PPG-FÍSICA/UEL	8
<i>Missão e Objetivos</i>	8
<i>Áreas de concentração.....</i>	8
<i>Linhas de Pesquisa</i>	9
<i>Projetos em andamento.....</i>	14
<i>Estrutura Curricular.....</i>	14
<i>Infraestrutura.....</i>	15
ITEM 1.2 – CORPO DOCENTE	21
<i>Perfil do corpo docente</i>	21
<i>Proporção de bolsistas no Programa</i>	25
<i>Pós-doutorado e formação continuada</i>	26
<i>Proporção de trabalhos experimentais com relação aos teóricos.....</i>	26
ITEM 1.3 – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	27
ITEM 1.4 – AUTOAVALIAÇÃO.....	29
FORMAÇÃO	30
ITEM 2.1 – TESES E DISSERTAÇÕES	30
<i>Teses defendidas no quadriênio.....</i>	31
<i>Bancas de defesas</i>	34
ITEM 2.2 – PRODUÇÃO INTELECTUAL DISCENTE	35
ITEM 2.3 – PERFIL DOS EGRESSOS	37
ITEM 2.4 – PRODUÇÃO INTELECTUAL DOCENTE	40
<i>Artigos em periódicos.....</i>	40
<i>Demais produções.....</i>	43
<i>Destaque na SBF.....</i>	43
ITEM 2.5 – QUALIDADE DO CORPO DOCENTE	43
<i>Evolução do quadro docente.....</i>	43
<i>Credenciamento e descredenciamento de docentes</i>	45
<i>Distribuição de orientações.....</i>	46
<i>Distribuição de atividades didáticas</i>	48
IMPACTO NA SOCIEDADE.....	48
ITEM 3.1 – IMPACTO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL.....	48
<i>Fator h dos membros do programa</i>	48
<i>Artigos de destaque do quadriênio.....</i>	49
ITEM 3.2 – IMPACTO SOCIAL	52
<i>Interface com a graduação</i>	52
<i>Interfaces com a educação básica</i>	54
<i>Projetos de cooperação.....</i>	56
ITEM 3.3 – INTERNACIONALIZAÇÃO, INSERÇÃO E VISIBILIDADE	56

<i>Internacionalização</i>	56
<i>Inserção</i>	58
<i>Visibilidade</i>	58
HISTÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROGRAMA	59
IMPACTO DO COVID NAS AÇÕES DO PROGRAMA	60
OUTRAS INFORMAÇÕES	62
PUBLICAÇÕES SELECIONADAS	62
<i>Seleção de publicações do grupo de Matéria Condensada</i>	62
<i>Seleção de publicações do grupo de Física Nuclear Aplicada</i>	63
<i>Seleção de publicações do grupo de Gravitação e Cosmologia</i>	64
<i>Seleção de publicações do grupo de Física de Partículas e Campos</i>	65
LISTA DE DISCIPLINAS OFERECIDAS PELO PPG-FÍSICA.	65
RELAÇÃO DE ITENS E EQUIPAMENTOS DOS LABORATÓRIOS DE PESQUISA	67
<i>Laboratório de Física Nuclear Aplicada</i>	67
<i>Laboratório de Óptica e Optoeletrônica</i>	69
<i>Laboratório de Ressonância Paramagnética Eletrônica (LARPE)</i>	71
<i>Laboratório de Filmes Finos (FILMAT)</i>	71
<i>Laboratório de Física Atômica e Molecular</i>	72
BUGS NA PLATAFORMA SUCUPIRA	73
<i>Aba de Destaques</i>	73
<i>Trabalhos de Conclusão</i>	73
REFERÊNCIAS	75

Lista de Figuras

Figura 1 -- Crescimento percentual da produção do Programa no quadriênio 2017-2020 em relação ao quadriênio anterior. Nesta figura foi usada a tabela Qualis (extra oficial) de 2019....	6
Figura 2 -- Distribuição de membros teóricos/experimentais nas áreas de concentração do programa.....	21
Figura 3 -- Proporção de membros teóricos e experimentais ao longo dos anos.	22
Figura 4 -- Ano de doutoramento dos membros do PPG distribuído por décadas.	25
Figura 5 -- Distribuição dos artigos do Programa em função do fator de impacto JCR de 2019.	27
Figura 6 -- Perfil dos membros das bancas de defesa.	35
Figura 7 -- Percentual dos artigos qualificados publicados pelo Programa com participação de discentes e egressos.....	36
Figura 8 -- Distribuição dos extratos Qualis da produção intelectual com participação de discentes e egressos.....	37
Figura 9 -- Número total de artigos publicados ano a ano, nos quadriênios 2013-2016 (azul) e 2017-2020 (laranja).....	41
Figura 10 -- Distribuição dos artigos do programa nos extratos Qualis durante o quadriênio 2017-2020.	42
Figura 11 -- Distribuição dos artigos do programa nos extratos Qualis durante o quadriênio 2013-2016.	43
Figura 12 -- Evolução do quadro de membros permanentes e colaboradores ao longo dos anos.	44
Figura 13 -- Descrição de bug na Plataforma Sucupira.....	74

Lista de siglas

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCE	Centro de Ciências Exatas
CIAPG	Comissão Institucional de Avaliação da Pós-Graduação
DEFIS	Departamento de Física
PROPPG	Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
PPG-Física	Programa de Pós-graduação em Física da UEL
PPGs	Programas de Pós-graduação
UEL	Universidade Estadual de Londrina

Resumo do relatório

Para a conveniência dos(as) avaliadores(as), apresentamos aqui uma descrição geral da estrutura e do conteúdo deste relatório.

Estrutura

Este relatório foi estruturado seguindo a [ficha de avaliação](#) da área de Astronomia/Física. Nele, cada um dos três principais tópicos desta ficha, a saber: (1) Programa, (2) Formação e (3) Impacto na Sociedade, foi dividido em subitens que obedece a sequência da seção “Proposta” da Plataforma Sucupira. Estes subitens, por sua vez, foram subdivididos em tópicos que visam atender a cada uma das observações e exigências feitas pela coordenação da área de Astronomia/Física na mesma ficha de avaliação. Dada a limitação de 40.000 caracteres imposta pela Plataforma Sucupira, algumas informações foram apresentadas no item “Outras Informações”. Documentos suplementares, tais como o Projeto de Autoavaliação do Programa e o Plano de Desenvolvimento Institucional da UEL, foram anexados no formato de arquivos PDF à Plataforma Sucupira.

Conteúdo

Em sua última avaliação junto à CAPES, o PPG-Física da UEL manteve sua nota prévia (4). Naquela ocasião, os avaliadores apresentaram dois obstáculos que Programa precisaria superar para uma ascensão de nota:

1. baixa publicação do Programa em periódicos de alto impacto;
2. baixa participação de estudantes do Programa em artigos científicos.

No último quadriênio (2017-2020) a coordenação do Programa se concentrou na melhoria destes dois pontos e, em boa medida, este relatório se concentra em demonstrar essa melhora. Em relação ao item 1, o total de artigos publicados pelos membros permanentes do PPG-Física saltou de 110 (2013-2016) para 159 (2017-2020), ou seja, um aumento de 44%. A distribuição deste número por extrato da tabela Qualis, considerando a tabela extra oficial de 2019, é apresentada na Figura 1. Fica claro nessa figura que o Programa aumentou significativamente a publicação em periódicos de todos os extratos superiores (i.e., extratos A). No extrato A1, nível máximo da tabela, houve um aumento de 227% em relação ao quadriênio passado. Mais detalhes sobre a produção intelectual do PPG-Física são apresentados no item 2.4 deste relatório.

No quadriênio passado, 15% dos artigos publicados pelos membros do PPG-Física contavam com a participação de alunos e egressos. Neste quadriênio, este percentual foi de 57%, o que equivale a um salto de 280% neste quesito. Se excluirmos os egressos verificamos que 37% dos artigos publicados pelos membros do Programa contam com a participação de alunos de mestrado e/ou doutorado. Assim, houve uma melhoria expressiva também neste quesito. Mais detalhes sobre este ponto podem ser encontrados no item 2.2 deste relatório.

Outros pontos do relatório que merecem destaque são: a diversidade do corpo docente e a proporção entre teóricos e experimentais (itens 1.1, 1.2 e 2.5), a qualidade das teses (item

2.1), a interface com a graduação e a educação básica (item 3.2) e o perfil dos egressos (item 2.3).

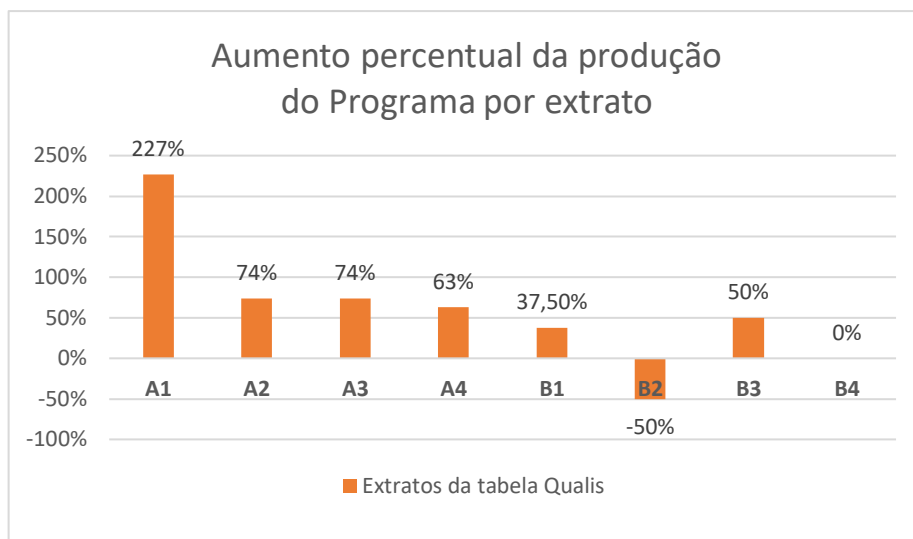


Figura 1 -- Crescimento percentual da produção do Programa no quadriênio 2017-2020 em relação ao quadriênio anterior. Nesta figura foi usada a tabela Qualis (extra oficial) de 2019.

Programa

Iniciamos este documento com um breve histórico do Departamento de Física (DEFIS) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), berço dos programas de Mestrado e Doutorado em Física.

O que hoje conhecemos como DEFIS da UEL era, em 1971, o Departamento de Física da Faculdade de Medicina do Norte do Paraná. Com o início do funcionamento da Fundação Universidade Estadual de Londrina, na década de 70, tiveram início as atividades que dariam origem ao atual Departamento.

O DEFIS propriamente dito foi instalado em 1972, composto à época por 4 docentes graduados em matemática e química, que atendiam os cursos que incluem a física em seu currículo. Em 1972, o chefe do Departamento, Prof. Carlos Alberto Steffen, conseguiu aprovar uma resolução segundo a qual os novos docentes do departamento deveriam ser graduados em Física. Essa política permitiu que, em 1974, se criassem os cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física. A contratação de docentes pós-graduados, bem como a busca de licenças para fins de pós-graduação pelos docentes já contratados, passa a acontecer de forma natural a partir de 1975. Assim, o departamento que, em 1976, tinha em sua composição 6 docentes, entre bacharéis e licenciados e um mestre, passa a ter, em 1978, 18 docentes, dos quais 8 eram bacharéis/licenciados, 7 mestres, 2 especialistas e 1 doutor.

Hoje, o departamento é composto por cerca de 40 doutores que atuam em diversas áreas da pesquisa, ensino e extensão. O DEFIS e a UEL são referências no ensino de graduação, e atraindo estudantes de toda a região Norte do Paraná, bem como do interior dos estados limítrofes.

O Programa de Pós-graduação em Física é fruto do esforço dos seus docentes, em sua maior parte pós-graduados pela USP/Unicamp, e que reconheceram a necessidade e o potencial do DEFIS para abrigar um Programa de Pós-graduação.

Assim, em 1994, o departamento postula e tem aprovado um projeto autônomo de Mestrado Acadêmico, o qual entra em vigor em 1996. Em 2000, passa a funcionar no Departamento um programa de Doutorado associado com a Universidade Estadual de Maringá, e que funcionaria neste formato até 2008. Em 2009 a associação com a UEM é desfeita e, neste mesmo ano, o Departamento de Física da UEL pleiteia a criação de um programa de Doutorado autônomo. A proposta submetida é aprovada pela CAPES. De 2009 a 2011, porém, o PPG-Física da UEL, que já funcionava devido à associação com a UEM, continua existindo com a resolução do doutorado associado. Foi só em 2012 que o PPG-Física passou a funcionar de forma totalmente autônoma, e com nova resolução. Hoje, a pós-graduação do DEFIS é bastante consistente, tendo se mantido ao longo de todas as suas avaliações como um programa Nota 4. O PPG atual é composto por 15 membros permanentes, dos quais 11 são bolsistas do CNPq, e 3 membros colaboradores. O corpo discente do Programa é composto hoje por 36 estudantes regulares, dos quais 12 são alunos de mestrado e 24 de doutorado. O ecossistema criado em torno do PPG-Física também engloba cerca de 70 alunos de graduação em física e áreas afins, a maior parte destes atuando diretamente nas atividades de pesquisa do Programa como alunos de iniciação científica.

Item 1.1 – Panorama do PPG-Física/UEL

Missão e Objetivos

A missão do PPG-Física da UEL é a formação de recursos humanos de alto nível, capazes de atuar de forma protagonista nos desafios de fronteira da física pura e aplicada, bem como na transferência qualificada de conhecimento científico. A principal visão/meta do Programa para o quadriênio que se inicia em 2021 é a promoção à nota 5 pela CAPES. Esta promoção seria uma consequência natural dos esforços realizados pelos membros do nosso PPG nos últimos anos, em meio a adversidades de natureza administrativa, de infraestrutura, financeira e política. Como resultado desta promoção, o programa também espera ser reconhecido nacionalmente como um programa robusto, diversificado em suas linhas de atuação, e com produção de conhecimento original, de qualidade e de alto impacto científico.

Áreas de concentração

O PPG-Física da UEL é um programa acadêmico de Pós-graduação nas áreas de Física e Astronomia. Em sintonia com o que se observa nos diversos centros de física do Brasil e do mundo, suas áreas de concentração podem ser divididas em áreas experimentais e teóricas:

- Áreas predominantemente experimentais:
 - Física da Matéria Condensada
 - Física Nuclear Aplicada
- Áreas predominantemente teóricas:
 - Gravitação, Cosmologia e Astropartículas
 - Física de Partículas e Campos

Dos 15 membros efetivos do Programa, 10 atuam nas áreas experimentais e 5 atuam nas áreas teóricas. Essa proporção (66% de experimentais contra 33% de teóricos) está muito próxima da proporção $2/3 \times 1/3$ preconizada em documento pelo comitê de Física/Astronomia da CAPES, e divulgado em 2019. Incluindo a participação dos membros colaboradores – 2 são teóricos enquanto um terceiro trabalha com física experimental de neutrinos –, a predominância de experimentais ainda é clara: 61% contra 39% de teóricos.

O(A) estudante que ingressa no PPG-Física encontra diversos temas abordados dentro destas duas grandes vertentes da pesquisa. O(A) aluno(a) que escolhe a área experimental pode optar tanto por pesquisas fundamentais relacionadas, por exemplo, ao descobrimento de novos materiais e compostos orgânicos com aplicações em óptica e optoeletrônica, passando pela física de neutrinos e astropartículas, como em pesquisas aplicadas e voltadas a aplicações comerciais e/ou industriais, tais como pesquisas em reciclagem e reaproveitamento de baterias.

Do lado teórico, o(a) candidato(a) à pós-graduação pode optar por temas ligados à teoria quântica de campos, passando por problemas da física matemática, cosmologia e astrofísica, e também por problemas teórico-computacionais tais como a aquisição e modelagem estatística de dados observacionais provenientes de grandes colaborações em cosmologia e astropartículas. Em suma, as linhas de pesquisa desenvolvidas pelo PPG-Física são bastante abrangentes, relevantes e atuais.

Linhas de Pesquisa

Dada a limitação de 40.000 caracteres imposta pela Plataforma Sucupira neste item, os artigos referenciados abaixo estão listados no item “Outras Informações”.

Física da Matéria Condensada

A área de Física da Matéria Condensada possui pesquisadores atuando em diversas linhas, com ênfase na investigação das propriedades de novos materiais e sua aplicação em uma variedade de dispositivos [1-4]. Há na área uma predominância da atividade experimental, mas também são exploradas as propriedades de estruturas moleculares através de simulações computacionais [5-7], bem como os aspectos reológicos e termodinâmicos de cristais líquidos [8,9]. Para isso, os pesquisadores contam com uma infraestrutura em termos de equipamentos e técnicas disponíveis em laboratórios de pesquisa, tanto aqueles localizados no próprio departamento de Física, quanto nos laboratórios multiusuários gerenciados pela Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG). Há também a colaboração com outros departamentos da universidade, tais como o Dep. de Química, Biologia e Bioquímica e Biotecnologia, além da participação de pesquisadores em redes estadual e nacional, como o Hub de Nanotecnologia do Paraná e o Instituto Nacional de Eletrônica Orgânica (INEO). Assim, o estudante do PPG-Física está amparado por ambiente propício a uma abrangente formação em física da matéria condensada. Na sequência estão discriminados os tópicos que atualmente são temas de pesquisa da área.

- **Ciência e Tecnologia de Filmes Finos:** deposição, caracterizações físicas e químicas de materiais na forma de filmes finos; produção de filmes finos por meio das técnicas de reactive RF magnetron sputtering e evaporação térmica; síntese e caracterização de óxidos de metais de transição; síntese de compostos químicos por metalurgia do pó, sol-gel, hidrometalurgia, decomposição térmica, reações carbo-térmicas, entre outras.
- **Espectroscopia óptica:** utilização de técnicas de espectroscopia UV-Vis e fotoluminescência para a investigação das propriedades óticas de materiais semicondutores, sejam eles orgânicos, inorgânicos ou híbridos.
- **Opto-eletroquímica e ótica de semicondutores** - estudo dos processos de modulação óptica induzidos por intercalação iônica.
- **Fotofísica de heteroestruturas semicondutoras** - estudo da fotofísica de estruturas de semicondutores inorgânicos tais como pontos quânticos (Quantum Dots), fios quânticos, poços quânticos e super redes.

- **Propriedades Ópticas e Espectroscópicas da Matéria Condensada:** caracterização por espectroscopia óptica e estudo da fotofísica de materiais sólidos e líquidos em geral que sejam luminescentes.
- **Propriedades Ópticas e Elétricas de Nanoestruturas Semicondutoras:** estudo das propriedades ópticas, elétricas e magnéticas de nanocristais semicondutores (PbS, PbSe) e semimagnéticos (tais como PbMnS, PbMnSe e CdMnS) preparados em matriz vítrea.
- **Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) aplicada a materiais e recursos naturais, polímeros e nanocompostos de metais de transição:** síntese de nanocompostos de ferro objetivando a solução de problemas ambientais e de saúde animal; estudo de minerais, rochas, óleos vegetais e petróleo com o uso de técnicas espectroscópicas; aplicação da ressonância paramagnética eletrônica no estudo do processo oxidativo de biodiesel b100 em misturas com antioxidantes; estudo de minerais, rochas, óleos vegetais e petróleo com o uso de técnicas espectroscópicas; análise do processo de polimerização de cimento resinoso odontológico e influência de pino de cimentação de fibra de vidro translúcido por ressonância paramagnética eletrônica.
- **Fotofísica de Polímeros Semicondutores e Blendas com Possíveis Aplicações em OLEDs:** - investigação das propriedades fotofísicas de novos polímeros semicondutores através das técnicas de absorção, fotoluminescência, espectroscopia Raman e tempo de decaimento da fluorescência; construção de OLEDs com novos polímeros semicondutores ou blendas poliméricas e levantamento de suas curvas de eletroluminescência.
- **Síntese e Estudo de Nanomateriais Metálicos e Semicondutores:** síntese de Nanoesferas e Nanobastões de Ouro (estudados para serem usados na melhoria da transferência de energia de dispositivos eletro-ópticos e aplicações biológicas) e Nanofios de prata (para serem usados como eletrodos transparentes em dispositivos); nanomateriais semicondutores como CdS, CdSe (propriedades ópticas no visível do espectro eletromagnético) e PbS (propriedades óptica no infravermelho próximo) para atuarem como camada ativa de dispositivos fotovoltaicos, fotodetectores e fotocatalise; síntese de nanomateriais (NaYF₄) dopados com íons de Terras-Raras Yb²⁺ e Er²⁺ para transferência de energia do Infravermelho para o visível (“upconversion”) para serem aplicados como camada de sistema fotovoltaico.
- **Física Atômica e Molecular:** estudo de propriedades elétricas e magnéticas de átomos e moléculas; cálculo de propriedades elétricas lineares e não-lineares de átomos e moléculas utilizando métodos ab initio, semiempíricos e métodos híbridos; estudo de moléculas de interesse biológico, como sistemas considerados analgésicos e de ampla comercialização; estudo in silico por dinâmica molecular do sistema canabinóide: receptor de canabinóides tipo 1 e os ligantes canabidiol e tetrahidrocanabidiol.
- **Dinâmica Molecular de Líquidos:** estudo de líquidos utilizando o método de Dinâmica molecular e Monte Carlo. Um caso específico é o de líquidos iônicos onde a metodologia deve envolver a tentativa de se mimetizar o efeito de muitos corpos que não está presente na maioria dos cálculos que envolvem mecânica molecular).
- **Física de cristais líquidos:** investigação das propriedades reológicas, termodinâmicas,

ópticas e conoscópicas de cristais líquidos; estudo de aspectos análogos dos cristais líquidos com fenômenos cosmológicos e gravitacionais.

- **Estudo e Desenvolvimento de Dispositivos Eletro-ópticos:** construção e análise de dispositivos detectores de luz (fotodetectores e fotovoltaicos) com camadas de materiais nanoestruturados.
- **Produção e caracterização de dispositivos fotovoltaicos:** produção de dispositivos fotovoltaicos cuja camada ativa é formada por compostos orgânicos (OPVs) ou por perovskitas híbridas orgânico-inorgânico (PSCs); caracterizar esses dispositivos em termos de seus parâmetros elétricos (densidade de corrente produzida, tensão de circuito aberto, fator de preenchimento e eficiência); investigação da cinética de degradação de OPVs e PSCs e proposição de metodologias para prolongar o tempo de vida útil destes dispositivos.
- **Produção e caracterização de transistores de filmes finos:** produção de transistores de filmes finos (TFTs) com dielétricos como SiO₂ e Al₂O₃, com canal formado por óxidos semicondutores como ZnO e IGZO depositados por RF magnetron sputtering; confecção de TFTs sobre substratos flexíveis e caracterizar seus parâmetros elétricos, visando à sua aplicação em eletrônica flexível como fototransistores, sensores e dispositivos de chaveamento eletrônico.
- **Reciclagem de baterias descartadas de íons de lítio:** criação de novos processos físicos e químicos para recuperação de compostos químicos e ressíntese a partir dos materiais eletroativos dos eletrodos de baterias descartadas de íons de lítio.
- **Energia por processos eletroquímicos (baterias):** estudo de novos eletrodos para baterias de íon lítio e íon sódio; estudo de processos de reciclagem de baterias recarregáveis.
- **Ciência e Tecnologia do Vácuo:** suporte técnico para produção de baixas pressões.
- **Cristalografia:** análise da estrutura cristalina de materiais por difratometria de Raios X; simulação de estruturas cristalinas pelo método de Rietveld.

Física Nuclear Aplicada

A história do Grupo de Física Nuclear Aplicada (GFNA) da UEL (www.fisica.uel.br/gfna), iniciada em 1977, se entrelaça com a do próprio Departamento de Física, e, em especial, com a história da implantação e desenvolvimento das atividades de pesquisa na UEL. Além da estruturação do Grupo, do laboratório e da produção científica, o GFNA contribui com a formação de recursos humanos desde a iniciação científica júnior até o pós-doutorado. Como o grupo desenvolve pesquisas aplicadas, a maioria dos projetos é multidisciplinar. São desenvolvidos projetos nas áreas de Arqueometria, Meio Ambiente, Alimentos, Forense, Agronomia, Odontologia, Ciência dos Materiais, entre outros. Existe uma rede de colaborações com químicos, biólogos, arqueólogos, restauradores, policiais, agrônomos, engenheiros civis e de alimentos, dentistas, entre outros. Somado a isso, todos os professores do GFNA são membros e um deles é parte do Comitê Gestor do INCT-FNA (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Física Nuclear e Aplicações). Dentre as atuais colaborações na área de

Arqueometria, destacamos no país as atividades com o Museu Paranaense (MUPA) desde 1997, com o Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE) da USP/SP desde 2003, com o Centro Brasileiro de Pesquisas Física (CBPF) desde 2006 e com o Museu de Arte de São Paulo (MASP) desde 2008, dentre outros museus brasileiros; no âmbito internacional destacam-se as colaborações com Dr. Roberto Cesareo, professor sênior da Università di Sassari e a Dra. Maria Filomena Guerra CNRS - França. O grupo atua em várias áreas de aplicações através de seis linhas de pesquisa:

- **Transmissão e Espalhamento de Raios Gama:** que consiste em uma fonte de Césio-137 e de Americio-241, detector NaI(Tl) de 3x3" e mesa micrométrica. É utilizada no estudo de porosidade, umidade e frente de molhamento de amostras de concreto, solo indeformado e em análise de soldas por difusão em metais. Esta técnica complementa dados de microtomografia.
- **Espectrometria de Raios Gama:** consiste em dois detectores de HPGe de 60% de eficiência, eletrônica padrão e placa multicanal de aquisição. Essa técnica é bastante empregada na avaliação do processo erosivo em solos pela metodologia do Césio-137 e Berílio-7 em trabalhos realizados em cooperação do o IAPAR. Também é muito utilizada na avaliação de doses de ingestão em alimentos [1]. Recentemente, está sendo utilizada também para avaliar os elementos radioativos naturais presentes em amostras de cerâmicas arqueológicas e determinar procedência por PCA.
- **Microtomografia com Raios X:** consiste em dois microtomógrafos Skyscan com resolução espacial entre 0,5 e 50 µm, podendo analisar amostras de tamanhos variando de 1 mm até 50 mm de diâmetro. Esses equipamentos são muito utilizados em colaboração com a área de biologia, odontologia, medicina, engenharia, agronomia, alimentos e química [2]. Também é desenvolvido projetos relacionados a rochas reservatório de petróleo.
- **Porosimetria de Mercúrio:** consiste em um equipamento Autopore IV Micromeritics utilizado para análise de porosidade e distribuição de tamanho de poros em amostras solidas ou pó. Os resultados são utilizados em conjunto com os dados de microtomografia. Esse equipamento é utilizado em colaboração com a engenharia, agronomia, odontologia e medicamentos [3].
- **Fluorescência de raios X (EDXRF, PXRF, TXRF, WDXRF):** consiste em quatro sistemas; um sistema TXRF Picofox da Bruker, um sistema WDXRF Tiger da Bruker, um sistema EXRDF de bancada da Shimadzu e dois sistemas portáteis made in home. Esses sistemas são muito utilizados análises elementares de amostras minerais e biológicas aplicadas a agronomia [4], ciências forenses [5], aplicações industriais [6], farmacêuticas [7] entre outras. Os sistemas portáteis são muito utilizados para trabalhos de Arqueometria [8,9].
- **Espectroscopia Raman:** Consiste em um sistema DeltaNu utilizado em trabalhos de arqueometria para avaliação de pigmentos inorgânicos [10].

Metodologias complementares, dependendo dos objetos de estudo, também são utilizadas, tais como MEV-EDX, XRD, Espectroscopia Mössbauer, dentre outras. Todas essas metodologias são utilizadas por pesquisadores de outros departamentos da UEL e parceiros colaboradores de outras instituições.

O grupo de Gravitação, Cosmologia e Astropartículas desenvolve pesquisas em diversas frentes da grande área da astronomia, tanto de forma autônoma quanto em colaboração com universidades do país (e.g., USP, UFRJ, CBPF) e do mundo (e.g., Institute d'Astrophysique de Paris, Universidad Antonio Nariño (Colômbia)). Os interesses do grupo são amplos, e incluem desde aspectos formais da gravitação clássica, tal como a termodinâmica de buracos negros, passando por aspectos observacionais da cosmologia, cosmologia numérica, teoria de campos em espaços-tempo curvos e gravitação quântica, além da física e astrofísica de partículas elementares. O grupo também se destaca pela participação em grandes colaborações científicas internacionais, como o Large Synoptic Survey Telescope (LSST), a Dark Energy Science Collaboration (DESC) e a Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO). Nos últimos anos os membros do grupo vêm produzindo trabalhos de relevância internacional, com publicações nos periódicos *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, *Physical Review D*, *Physics of the Dark Universe*, dentre outros. Resumimos abaixo as três principais frentes de pesquisa desenvolvidas no grupo.

- **Gravitação:** estudo dos aspectos termodinâmicos da gravidade de Einstein via formulação hamiltoniana da termodinâmica; termodinâmica de sistemas bosônicos [1] em espaços anti-de Sitter; buracos negros e transições de fase em geometrias AdS [2,3]; quantização em espaços-tempo curvos e criação de partículas em um universo em expansão [4] com aplicações na fase de inflação primordial; aspectos da gravitação quântica via equação de Wheeler-DeWitt [5].
- **Cosmologia:** modelos cosmológicos anisotrópicos [6] e modelos com ricochete [7]; testes estatísticos de homogeneidade, isotropia e gaussianidade do universo [12]; teoria de perturbações em universos homogêneos e anisotrópicos [11]; cosmologia numérica [8,9]. Em particular, o grupo tem liderado o desenvolvimento de uma biblioteca numérica dedicada à análise de dados provenientes de grandes colaborações observacionais [10].
- **Astropartículas:** modelagem de curvas de rotação de galáxias e conexões da matéria escura com a física de neutrinos; estudo das massas e ângulos de mistura de neutrinos; detecção de neutrinos no reator de Angra dos Reis (nu-Angra) [13,14].

Física de Partículas e Campos

O grupo de Partículas e Campos vem atuando na interface entre a teoria quântica de campos (TQC) e a matéria condensada, com trabalhos publicados em revistas tradicionais da área como o *Journal of High Energy Physics*, *Physical Review B*, *Physical Review D* e *Physical Review Letters*. Os interesses do grupo têm se voltado a uma série de métodos não-perturbativos da TQC, tais como a expansão $1/N$, o processo de bosonização, invariância conforme, dualidades e teorias de campos topológicas. Estes temas consistem em ferramentas versáteis para descrever aspectos relevantes de sistemas físicos como transições de fases e ordenamento topológico. O grupo possui colaboração com pesquisadores da Universidade de Boston (EUA) e do Paul Scherer Institute (Suíça), a qual tem servido como uma porta de acesso para estudantes do grupo desenvolverem estágios de doutorado sanduíche. As principais linhas de atuação do grupo são:

- **Transições de fases clássicas (térmicas) e quânticas:** uso de técnicas não-perturbativas no estudo de transições de fase clássicas e quânticas em sistemas que não exibem invariância de Lorentz e/ou invariância rotacional; caracterização de excitações não massivas em sistemas de matéria condensada; estudo de transições de fase em sistemas que exibem supersimetria [1].
- **Dualidades em Teoria de Campos e Sistemas Topologicamente Ordenados:** análise não perturbativa em 1+1 dimensões via dualidade de bosonização; rede de dualidades; aplicação de técnicas de fios quânticos na descrição de fases da matéria com ordenamento topológico [2,3,4,5,6];
- **Fases exóticas da matéria:** teorias efetivas de baixas energias; estudo de fractons com mobilidade reduzida ou imóveis; efeitos de desacoplamento entre graus de liberdade de altas e baixas energias em redes; mistura infravermelha; teorias efetivas para modelos de TQC na rede.

Projetos em andamento

Em 2020, o número de projetos do PPG-Física cadastrados na Plataforma Sucupira era de 30, sendo 24 projetos de pesquisa, 4 de extensão e 2 de inovação. Dentre estes, 13 projetos possuem financiamento do CNPq (11 Bolsas de Produtividade e 2 Projetos Universais). Deste total de projetos, 14 são da área de Matéria Condensada, 7 da área de Física Nuclear Aplicada, 6 da área de Física de Partículas e Campos e 5 da área de Gravitação e Cosmologia. Portanto, são 21 projetos na área de Física Experimental e 11 na área de Física Teórica. Essa proporção segue a mesma harmonia de 2/3 contra 1/3 observada na composição de membros teóricos e experimentais, e demonstra mais uma vez a homogeneidade das áreas de concentração dentro do Programa.

Estrutura Curricular

A estrutura curricular é composta de disciplinas obrigatórias e optativas, além de créditos de Dissertação ou Tese. Cada disciplina tem uma carga horária expressa em créditos, sendo que cada crédito corresponde a 15 horas-aula. Para a obtenção do título de Mestre, o(a) aluno(a) deverá completar 1500 horas, correspondentes a 100 créditos, sendo:

- 12 créditos em disciplinas obrigatórias;
- 18 créditos em disciplinas optativas;
- 4 créditos em seminários;
- 66 créditos em Dissertação.

De maneira similar, para a obtenção do título de Doutor o(a) aluno(a) deverá completar 2400 horas e 160 créditos, distribuídos da seguinte forma:

- 24 créditos em disciplinas obrigatórias;
- 16 créditos em disciplinas optativas;
- 120 créditos em Tese.

As disciplinas obrigatórias são ofertadas uma vez por ano, e incluem as disciplinas usuais de Mecânica Quântica I e II, Eletromagnetismo I e Mecânica Estatística. As disciplinas optativas são ofertadas semestralmente, e geralmente são disciplinas direcionadas às especificidades de cada área de concentração. Além disso o Programa oferece a modalidade de disciplinas flutuantes (“Tópicos Especiais em Física” e “Seminários em Física”) que são disciplinas sem tópicos pré-definidos, com créditos variáveis, e que podem ser ofertadas por membros visitantes, membros do programa e pós-doutorandos. Com isso, promove-se um maior dinamismo na estrutura curricular do programa, além de agilizar a criação de novas disciplinas, facilitando a tramitação burocrática para a oferta destas. Os créditos obtidos nestas disciplinas podem ser contabilizados como créditos de disciplinas optativas, mas não como de disciplinas obrigatórias. Créditos em disciplinas cursadas em outros programas, desde que tenham validade nacional e sejam recomendados pela CAPES, podem ser aceitos como créditos correspondentes pelo colegiado do PPG-Física.

Devido à limitação de 40.000 caracteres deste item, a relação completa de disciplinas oferecidas pelo Programa é apresentada no item “Outras Informações”.

Infraestrutura

Além do espaço físico e dos laboratórios de uso exclusivo do DEFIS, a comunidade do PPG-Física também dispõe da infraestrutura da UEL, tais como salas de aula, bibliotecas, restaurante universitário, laboratórios multiusuários, infraestrutura computacional e de recursos humanos. Em 2012 o Departamento de Física ganhou um prédio novo dentro da UEL, o que ampliou bastante o espaço físico disponível para as atividades de graduação e pós-graduação. Além de salas de aula exclusivas para os cursos de licenciatura e bacharelado em física, o Departamento também oferece duas salas de aulas exclusivas para a Pós-graduação, com capacidade de 20 alunos cada, com infraestrutura para aulas, seminários e defesas de tese/dissertação (i.e., carteiras, lousas, ar-condicionados, projetores, conexão de rede via cabo e wifi, rede eduroam, etc.). O novo prédio do departamento oferece salas de permanência a todos os docentes do programa, bem como a todos alunos de mestrado, doutorado, pós-doutorandos e professores/pesquisadores visitantes. O PPG-Física também dispõe de uma cozinha de uso exclusivo dos alunos, equipada com mesa, cadeiras, pia, fogão, micro-ondas e geladeira. Assim, no quesito espaço físico, o PPG-Física está muito bem amparado no médio e longo prazo.

Biblioteca

O Sistema de Bibliotecas da UEL é composto pela Biblioteca Central (BC) e três Bibliotecas Setoriais (BS). A BC, responsável por todo o sistema bibliotecário da UEL, reúne em um único espaço físico o acervo das áreas biológicas, agrárias, de odontologia e das ciências exatas e tecnológicas. O acervo das demais áreas do conhecimento estão distribuídos em outros três prédios espalhados pelo campus.

A missão da BC é “Promover o acesso, a recuperação e a transferência da informação para toda a comunidade universitária, de forma atualizada, ágil e qualificada, visando contribuir para a formação profissional do cidadão, colaborando, dessa forma, no desenvolvimento científico, tecnológico e cultural da sociedade como um todo”.

O Sistema de Bibliotecas ocupa uma área total de 6.494,85 m². O prédio da BC ocupa uma área total de 3.800 m², dos quais 2.197 m² são destinados ao acervo e leitura. No total, a BC agrega 49 servidores, entre diretor (1), secretária executiva (1), bibliotecários (22), técnicos (14) e auxiliares (11).

O acervo do Sistema de Bibliotecas da UEL é composto por cerca de 170.000 títulos distribuídos em 300.000 exemplares. O acervo de Ciências Exatas é de 20.535 títulos, distribuídos em 33.637 exemplares. Incluem-se aí livros didáticos, destinados aos cursos de graduação e de pós-graduação, além de livros técnicos destinados à pesquisa. O acervo de obras técnicas tem sido frequentemente atualizado com recursos de projetos individuais de membros do PPG-Física.

Desde 2008, a BC vem adquirindo livros eletrônicos, cujos acessos são disponibilizados aos usuários em todos os computadores conectados à rede UEL. Os e-books na modalidade adquirida não têm limites de usuários, downloads ou cópias; permitem o acesso perpétuo das edições com autores competentes e de renome e representam um aprimoramento no recurso material de ensino/aprendizagem que a UEL oferece aos seus funcionários, acadêmicos e docentes de graduação e pós-graduação. A comunidade UEL também tem acesso remoto a este acervo pelo sistema CAFE - Comunidade Acadêmica Federada. Atualmente, o SB/Uel conta com 2.667 títulos de e-books, de editores como Springer, Wiley Online Library, IEEEExplore Digital Library, EBSCO Host, Atheneu e Zahar.

A BC também possui uma coleção considerável de periódicos na área de Física disponíveis em formato físico. Com o advento da Internet e a criação do Portal Periódicos da Capes, em 2001, o PPG-Física viu ampliar de maneira vertiginosa, ainda que virtual, o número de periódicos acessíveis pelos docentes do Programa. A Universidade Estadual de Londrina também oferece uma estrutura de acesso remoto ao Portal Periódico da Capes, permitindo o acesso a estes periódicos a partir de qualquer lugar do planeta. Assim, no que diz respeito ao acesso a periódicos, o PPG-Física dispõe das mesmas condições presentes nas melhores universidades do mundo.

Finalmente, cabe ressaltar que um novo e mais moderno prédio, atualmente em construção, irá abrigar a biblioteca da UEL já nos próximos anos. O prédio atual, que pertence ao Centro de Ciências Exatas (CCE) – do qual o PPG-Física faz parte – será devolvido ao CCE, que por sua vez irá dividir o espaço físico entre os departamentos do centro.

Recursos de Informática

Os laboratórios e as salas de permanência do PPG-Física, tanto de professores permanentes como de pós-graduandos, estão todas equipadas com recursos de informática. Esses equipamentos estão ligados em rede, por fibra óptica, com a UEL, tendo acesso imediato à internet via banda larga. Além disso, a UEL faz parte da rede internacional Eduroam (*Education Roaming*), que é uma rede de serviços de *roaming* destinada a toda comunidade acadêmica do

Brasil e do mundo. A rede Eduroam é um componente constante nas maiores universidades e centros de pesquisa do mundo, e a participação da UEL nesta rede contribui indiretamente para a internacionalização do PPG-Física.

A UEL também oferece, a toda sua comunidade, acesso à rede VPN. No último ano, em virtude da pandemia, essa ferramenta se tornou fundamental para estudantes e professores que precisam acessar artigos em periódicos a partir de suas casas.

Os laboratórios de pesquisa do PPG-Física estão informatizados, têm infraestrutura para aquisição e tratamento de dados *on-line* e suporte técnico através da Assessoria de Tecnologia de Informação (ATI) da UEL. Os alunos de doutorado têm à disposição um computador, com acesso à rede, de uso exclusivo e pessoal. A maioria dos alunos de mestrado também tem acesso a esta facilidade. O Centro de Ciências Exatas, do qual o Departamento de Física faz parte, disponibiliza duas salas de informática para a oferta de cursos que necessitem de recursos computacionais, bastando para isso que o docente solicite o uso da sala no semestre anterior ao curso planejado. Cada uma dessas salas está equipada com 25 terminais Linux de última geração, além de projetores, lousa e conexão à internet. O CCE também disponibiliza à sua comunidade uma sala para vídeo conferências (com tecnologia VOIP) para a realização de qualificações, defesas ou teleconferências. Além disso, a UEL disponibiliza para o Programa toda a infraestrutura do Laboratório Escola de Pós-graduação (LABESC), o qual foi construído com recursos da FINEP. O LABESC consiste em um prédio com várias salas para defesas, reuniões, simpósios e workshops, e que tem como objetivo oferecer um ambiente adequado para as atividades acadêmicas de todos os Programas de Pós-Graduação *Stricto sensu* da UEL, bem como dos Grupos de Pesquisa destes programas. Em particular, o LABESC está totalmente equipado com recursos para vídeo conferências, os quais servem como uma alternativa à infraestrutura oferecida pelo CCE.

Laboratórios de Pesquisa

O PPG-Física coordena os Laboratórios de:

- Física Nuclear Aplicada;
- Óptica e Optoeletrônica;
- Filmes Finos e Materiais;
- Fluorescência e Ressonância Paramagnética Eletrônica;
- Física computacional;
- Análise por técnicas de Raios-X.

Estes laboratórios contam ainda com o suporte de uma Oficina Mecânica, localizada no prédio do DEFIS. Os trabalhos científicos desenvolvidos possuem suporte de uma equipe de técnicos de nível superior, sendo:

- 1 Físico (Doutor) trabalhando no Laboratório de Física Nuclear Aplicada;
- 1 Físico (Doutor) trabalhando no Laboratório de Instrumentação;
- 1 Físico (Doutor) trabalhando no Laboratório de Filmes Finos e Materiais.

A seguir, faremos uma breve descrição de cada laboratório. Dada a limitação de 40.000 caracteres imposta pela Plataforma Sucupira neste item, a lista completa de equipamentos à disposição dos laboratórios que compõem o PPG-Física será apresentada no item “Outras Informações”.

Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA)

O grupo de Física Nuclear Aplicada é o grupo com maior tempo de atividade do Programa. Foi fundado em 1977, e coordenado até 2019, pelo Prof. Carlos R. Appoloni, bolsista 1B do CNPq, e atualmente membro do programa na categoria Sênior. Com a aposentadoria do Prof. Appoloni em 2019, a coordenação do LFNA ficou sob a responsabilidade do Prof. Dr. Avacir Casanova Andrello, também membro do PPG-Física.

O grupo desenvolve atividades nas áreas de medidas de traços radiativos em amostras ambientais, testes não-destrutivos por transmissão e espalhamento de raios gama, fluorescência de raios X por dispersão de energia, dentre outras. O grupo é formado por 8 membros, entre docentes e técnicos de laboratórios, dos quais 3 são também membros do PPG-Física. O grupo também tem atuado intensamente na formação de recursos humanos, e já formou mais de 20 doutores e 40 mestres. O grupo mantém um site no endereço <http://www.uel.br/grupos/gfna/>.

Membros do LFNA:

1. Prof. Dr. Carlos Roberto Appoloni (Pesquisador)
2. Prof. Dr. Fábio Luiz Melquiades (Pesquisador)
3. Prof. Dr. Avacir Casanova Andrello (Coordenador do Laboratório)
4. Prof. Dr. Paulo Sergio Parreira (Vice coordenador do Laboratório)
5. Prof. Dr. Eduardo Jussiane (Colaborador)
6. Prof. Dr. Renato Ikeoka (Colaborador)
7. Dr. Fábio Lopes (Técnico de carreira)
8. Eng. Devanir Rogel (Bolsista em caráter temporário)

Laboratório de Óptica e Optoeletrônica

O grupo de Óptica e Optoeletrônica foi criado em 1990 pelos Profs. José L. Duarte e Ivan F. L. Dias, tendo sido coordenado até 2019 pelo Prof. José L. Duarte. Atualmente ele é coordenado pelo Prof. Edson Laureto, e desenvolve pesquisas na área de propriedades ópticas e optoeletrônicas de materiais semicondutores processáveis por solução, incluindo polímeros, pequenas moléculas, pontos quânticos, e híbridos orgânico-inorgânico. A intenção é investigar possíveis aplicações em dispositivos, tais como diodos emissores de luz, células fotovoltaicas, sensores e transistores de efeito de campo. O grupo conta com um espaço físico de aproximadamente 60 m² dividido em quatro salas, sendo que duas delas contam com

equipamentos que permitem a montagem de técnicas de caracterização óptica e elétrica dos materiais, e uma terceira com estrutura para a preparação de amostras.

Membros do Laboratório de Óptica:

1. Prof. Dr. Edson Laureto (Coordenador)
2. Prof. Dr. José Leonil Duarte (Pesquisador Sênior)
3. Prof. Dr. Ricardo Vignoto Fernandes (Colaborador)
4. Dari de Oliveira Toginho Filho (Técnico de carreira)

Laboratório de ressonância paramagnética eletrônica (LARPE)

O Laboratório de ressonância paramagnética eletrônica é coordenado pelo Prof. Eduardo Di Mauro. O laboratório atua no desenvolvimento e aplicações da técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) em novos materiais e recursos naturais. Seus membros desenvolvem trabalhos de pesquisa principalmente nos seguintes temas: RPE de minerais, polímeros, porfirinas, petróleo e seus derivados, biodiesel, óleos vegetais e fotodegradação de poluentes orgânicos. Este laboratório mantém colaboração com diversos grupos de pesquisa da UEL, além de cooperações com grupos de outras instituições científicas.

Membros do laboratório:

1. Prof. Dr. Eduardo Di Mauro (Coordenador)
2. Prof. Dr. Daniel Farinha (Colaborador)
3. Prof. Dr. Bruno Vicentin (Colaborador)
4. Profa. Dra. Marilene Turini Piccinato (UTFPR) (Colaboradora)

Laboratório de filmes finos e materiais (FILMAT)

O laboratório de pesquisa em filmes finos e materiais (FILMAT), coordenado pelo Prof. Jair Scarmínio, foi criado em 1993 com o objetivo de desenvolver atividades relacionadas à pesquisa experimental em materiais, em particular, naqueles preparados na forma de filmes finos (películas). A visão do laboratório FILMAT é o desenvolvimento de pesquisas que possam ter aplicabilidade para a sociedade. Os membros do laboratório têm focado suas atividades no desenvolvimento de projetos científicos e tecnológicos relacionados a materiais fotocatalíticos, eletrofotocatalíticos, transportadores de buracos ou elétrons em células fotovoltaicas, condutores transparentes, e de intercalação iônica (H^+ , Li^+ e Na^+). Especificamente nos assuntos:

1. Deposição Física de Filmes Finos (RF Sputtering e evaporação térmica);
2. Propriedades cristalográficas e óticas de filmes finos;
3. Síntese de novos eletrodos para baterias de íons de lítio e sódio;
4. Reciclagem de eletrodos de baterias de íons de lítio e sódio.

Em suas atividades, o FILMAT mantém colaboração científica com outros grupos e laboratórios de pesquisa da UEL e de universidades brasileiras e internacionais. Como parte de sua Visão, o laboratório presta serviços de assessoria e consultoria em tecnologia de vácuo e análise e preparação de materiais em geral, para universidades e indústrias de todo país.

Membros do laboratório:

- Prof. Dr. Jair Scarmínio (Coordenador)
- Prof. Dr. Alexandre Urbano (Vice Coordenador)
- Dr. Paulo Rogério Catarini da Silva (Técnico de carreira)

Laboratório de Física Atômica e Molecular

O Laboratório de Física Atômica e Molecular, coordenado pelo Prof. Dr. Marcello Ferreira Costa, desenvolve pesquisas teórico-computacionais nas seguintes linhas:

1. Modelagem Molecular e Simulação Computacional;
2. Efeitos de Solventes em Moléculas e Biomoléculas;
3. Forças Intermoleculares (incluindo van der Waals e ligações de Hidrogênio);
4. Entalpia de Solvatação e Reações Químicas em Solução;
5. Propriedades elétricas lineares e não-lineares de átomos e moléculas; Espectroscopias: Raman, IR, NMR e EPR;
6. Estudo de Líquidos via Dinâmica Molecular.

Laboratórios Multiusuários

Nos últimos anos, a PROPPG tem concentrado esforços e recursos na criação de laboratórios multidisciplinares e multiusuários. São laboratórios com gestão centralizada e que abrigam equipamentos de médio e grande portes. Essa estrutura é compartilhada por diferentes linhas e grupos de pesquisa dos Departamentos e PPGs da UEL, além de auxiliar na realização de trabalhos em colaboração com outras Instituições e na prestação de serviços à comunidade em geral.

A Central Multiusuária de Laboratórios de Pesquisa (CMLP), criada pela Resolução CA nº 0088/2009 e reformulada pela Resolução CA nº 125/2017, reúne infraestrutura de grande porte e de uso compartilhado. Essa realização tem sido possível graças a recursos financeiros aportados principalmente pela FINEP e pela SETI-PR.

As pesquisas do PPG-Física têm sido realizadas, em grande parte, nos Laboratórios de Análises por Técnicas de Raios X (LARX), o qual é um dos componentes do CMLP. O LARX é coordenado e conduzido pelos membros do PPG-Física, e tem como missão:

1. Disponibilizar à comunidade acadêmica da UEL e de outras instituições de ensino e pesquisa, laboratórios de análises de materiais por técnicas não destrutivas de raios x.
2. Disponibilizar ao setor produtivo (indústrias e empresas) serviços de análises de

materiais por técnicas de raios x.

3. Disponibilizar à comunidade acadêmica e ao setor produtivo um laboratório para produção de películas ultrafinas (filmes finos) em alto vácuo.

Item 1.2 – Corpo docente

Perfil do corpo docente

O quadro atual de pesquisadores do PPG-Física se divide, aproximadamente, entre 39% de físicos teóricos e 61% de físicos experimentais. Considerando-se apenas os membros permanentes, a proporção entre teóricos e experimentais é de 1/3 e 2/3, respectivamente.

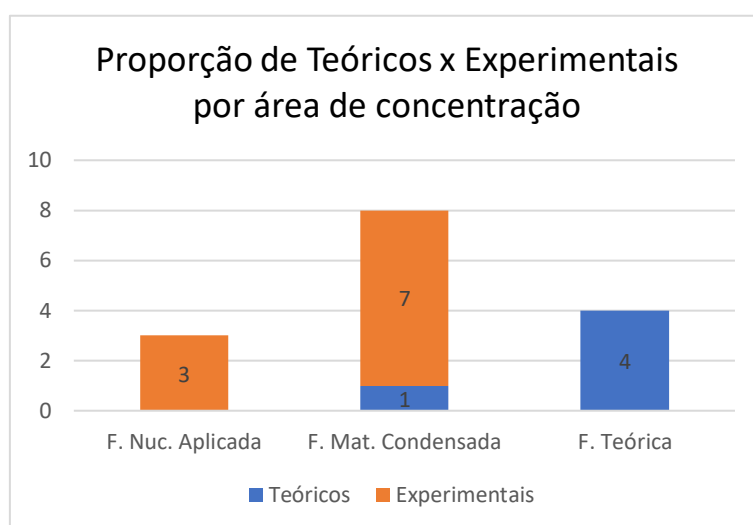


Figura 2 -- Distribuição de membros teóricos/experimentais nas áreas de concentração do programa.

Existe apenas um físico do Programa com participação ativa em grandes colaborações (Prof. Pietro Chimenti), mas que não compõe o quadro de membros permanentes. A Figura 2 apresenta a proporção de físicos experimentais nas três grandes áreas do Programa: Física Nuclear Aplicada, Física da Matéria Condensada e Física Teórica (nesta última estão incluídas as áreas de Física de Partículas e Campos e Gravitação, Cosmologia e Astrofísica, que são áreas predominantemente teóricas).

Estes números estão bastante próximos da proporção de 35% e 65% entre teóricos e experimentais preconizada pelo Documento de Área da CAPES (Área 03: Astronomia /Física) e disponível em <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/astronomia-fisica-pdf>. A Figura 3 mostra que a proporção atual entre teóricos e experimentais no PPG-Física tem se mantido essencialmente a mesma desde 2012, ano em que o programa passa a funcionar de forma totalmente autônoma (veja a discussão sobre a história do programa no item 1.1 desta proposta). Essa evolução ao longo dos anos demonstra que o programa encontrou um ponto de equilíbrio estável em suas áreas de concentração.

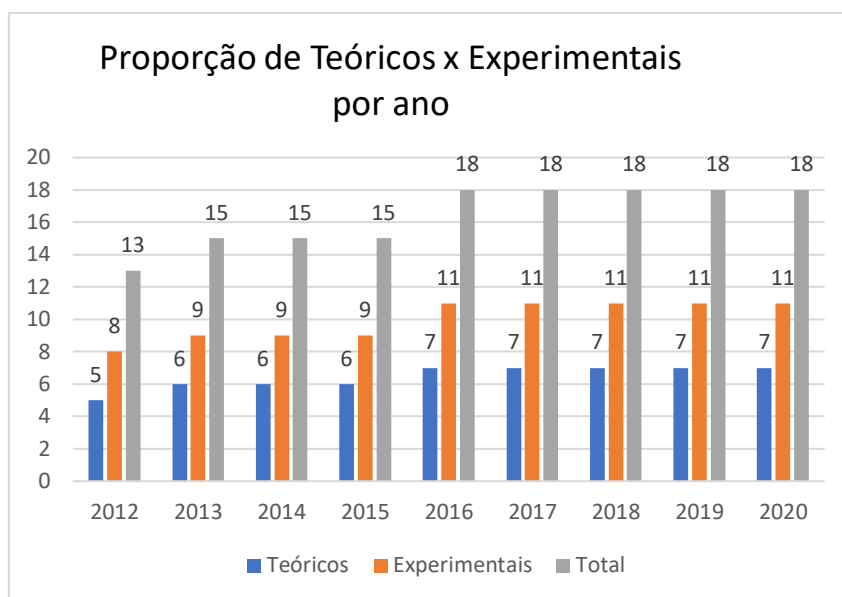


Figura 3 -- Proporção de membros teóricos e experimentais ao longo dos anos.

O histórico acadêmico dos membros do PPG-Física, ou seja, seus centros de origem, grupos de pesquisa e orientadores, explicam a heterogeneidade observada nas áreas de concentração do Programa. Dentre os membros atuais, a grande maioria (9) se doutorou pela USP. Em seguida vem a UEL e a Unicamp (3 doutores cada), seguidas pelo CBPF (2 docentes) e pela Università degli Studi di Trieste (1 docente). Dentre os membros que se doutoraram pela mesma universidade, verifica-se que suas teses foram gestadas em temas e orientadores independentes, o que se reflete em uma saudável independência científica entre as equipes aqui estabelecidas. Apresentamos abaixo uma relação das universidades de doutoramento, título das teses e o ano de doutoramento de cada membro do programa:

- **Universidade de São Paulo**

1. Carlos Roberto Appoloni
 - Título da tese: Análise de canais acoplados da reação $^{142}\text{Ce}(\alpha, \alpha')^{142}\text{Ce}^*$, estudo de um núcleo de transição vibracional-rotacional
 - Orientadora: Dra. Alinka Szili Lépine
 - Ano de obtenção: 1983
2. Eduardo Di Mauro
 - Título da tese: Centros Paramagnéticos do $\text{NH}_4\text{Br}:\text{Cu}^{2+}$
 - Orientador: Dr. Walter Sano
 - Ano de obtenção: 1993
3. José Leonil Duarte
 - Título da tese: Transferência de energia induzida por luz entre o Cr^{+3} e o Gd^{+3} no GdAlO_3
 - Orientador: Dr. Jarbas Caiado de Castro Neto
 - Ano de obtenção: 1990
4. Manuel Simões
 - Título da tese: Teoria do Efeito Hall Quântico

- Orientador: Dr. Ivan Ventura
- Ano de obtenção: 1989
- 5. Marcello Ferreira da Costa
 - Título da tese: Dinâmica Molecular de Sistemas Iônicos Polatiômicos: Modelos Polarizável e Não-Polarizável
 - Orientador: Dr. Mauro Carlos Costa Ribeiro
 - Ano de obtenção: 2005
- 6. Mario Cesar Baldiotti
 - Título da tese: Estudo Analítico e Soluções Exatas da Equação de Spin
 - Orientador: Dr. Dmitri Maksimovich Gitman
 - Ano de obtenção: 2005
- 7. Paula Fernanda Bienzobas
 - Título da tese: Quantização Canônica e Integração Funcional no Modelo Esférico Médio
 - Orientador: Dr. Silvio Roberto de Azevedo Salinas
 - Ano de obtenção: 2011
- 8. Pedro Rogerio Sergi Gomes
 - Título da tese: Aspectos de Teoria de Campos e Mecânica Estatística
 - Orientador: Dr. Marcelo Otavio Caminha Gomes
 - Ano de obtenção: 2013
- 9. Thiago dos Santos Pereira
 - Título da tese: Teoria de Perturbações Cosmológicas em Universos Anisotrópicos
 - Orientador: Dr. Luis Raul Weber Abramo
 - Ano de obtenção: 2008
- **UEL**
 1. Fabio Luiz Melquiades
 - Título da tese: Medida da concentração de metais em água com equipamento portátil de EDXRF
 - Orientador: Dr. Carlos Roberto Appoloni
 - Ano de obtenção: 2007
 2. Sidney Alves Lourenço
 - Título da tese: Efeito da composição da liga e das interfaces sobre a variação térmica da energia das transições excitônicas em poços quânticos de materiais III-V
 - Orientador: Dr. Ivan Frederico Lupiano Dias
 - Ano de obtenção: 2004
 3. Avacir Casanova Andrello
 - Título da tese: Aplicabilidade do Cs-137 para medir erosão do solo: modelos teóricos e empíricos
 - Orientador: Dr. Carlos Roberto Appoloni
 - Ano de obtenção: 2004
- **Unicamp**
 1. Edson Laureto

- Título da tese: Efeito das interfaces sobre as propriedades óticas de poços quânticos de GaInP/GaAs
- Orientador: Dr. Eliermes Arraes Meneses
- Ano de obtenção: 2002
- 2. Jair Scarmínio
 - Título da tese: Propriedades mecânicas em filmes de nióbio/paládio
 - Orientador: Dr. Sergio Moehlecke
 - Ano de obtenção: 1989
- 3. Alexandre Urbano
 - Título da tese: Filme finos de Óxido de Níquel Litiado
 - Orientador: Dra. Annette Gorenstein
 - Ano de obtenção: 2002
- **CBPF**
 1. Carlos André Hernaski
 - Título da tese: Novos Cenários em Gravitação Quântica: Torção Propagante e Grávitons Massivos na Escala do LHC
 - Orientador: José Abdalla Helayël-Neto
 - Ano de obtenção: 2011
 2. Sandro Dias Pinto Vitenti
 - Título da tese: Estudo das Perturbações em Universos com Ricochete
 - Orientador: Dr. Nelson Pinto Neto
 - Ano de obtenção: 2011
- **Universita degli Studi di Trieste**
 1. Pietro Chimenti
 - Título da tese: Measurements of pion production for a Neutrino Factory and R\& D for muon cooling
 - Orientador: Dr. Gianrossano Giannini
 - Ano de obtenção: 2006

Essa diversidade de temas entre os grupos do PPG-Física não significa, contudo, que os grupos atuem de forma isolada. De fato, podemos observar um bom trânsito entre membros dos grupos distintos, sobretudo entre os membros dos grupos de pesquisa em Matéria Condensada e Física Nuclear aplicada, que são os mais longevos do programa. As colaborações entre os membros do programa se comprovam na formação das equipes de projetos de pesquisa, em coautoria nas publicações de artigos e na composição de bancas de qualificações e defesas. A interação também ocorre na aplicação de diferentes técnicas analíticas de caracterização de materiais em uma mesma amostra, exigindo o compartilhamento de equipamentos de um grupo de pesquisa específico ou da central multiusuária da universidade. O mesmo acontece no caso de preparação de amostras.

Também se verifica no PPG-Física um bom equilíbrio na distribuição etária dos seus membros. Do total de 18 membros, 50% se doutorou nos anos 2000, 22% nos anos 2010 e 28% nas décadas de 80 e 90. Ou seja, metade PPG-Física é composta por doutores em pleno exercício das suas atividades, enquanto a outra metade se divide aproximadamente entre jovens doutores e membros seniores.

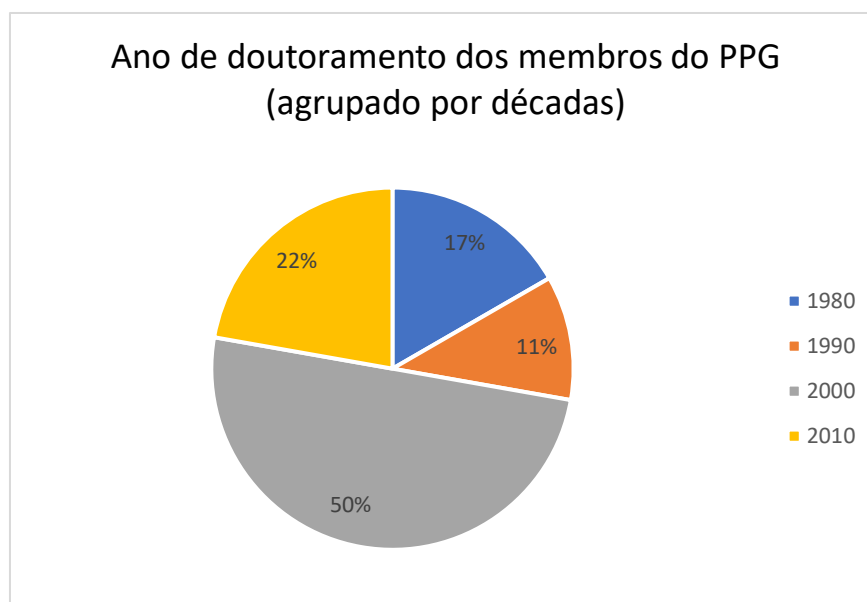


Figura 4 --Ano de doutoramento dos membros do PPG distribuído por décadas.

Proporção de bolsistas no Programa

Dentre os atuais 15 membros permanentes do Programa, 11 são bolsistas de produtividade do CNPq, dos quais 8 são bolsistas PQ2 (Drs. Alexandre Urbano, Edson Laureto, Fabio Melquiades, Eduardo Di Mauro, José Leonil, Pedro Gomes, Sidney Lourenço e Thiago Pereira), 1 bolsista PQ-1D (Dr. Manuel Simões), 1 bolsista PQ-1B (Dr. Carlos Appoloni) e 1 bolsista DT2 (Dr. Jair Scarmínio). Este quadro, reconhecidamente aquém do ideal, pode ser melhor compreendido dentro de um contexto apropriado. Em primeiro lugar, dos atuais 4 membros permanentes não-bolsistas, dois deles estiveram, até recentemente, envolvidos em cargos administrativos alheios às atividades da pós-graduação: prof. Avacir Andreello, chefe do departamento de 2016 até 2020, e prof. Marcello Costa, tutor do Programa Especial de Treinamento de 2014 até 2019. Os outros dois membros não-bolsistas, Profs. Carlos Hernaski e Sandro Vitenti aguardavam, até 2019 e 2020, respectivamente, a convocação para posse como docentes efetivos na UTFPR (Carlos) e UEL (Sandro), o que efetivamente os impedia de postular a bolsa. No último edital do CNPq, ambos submeteram projetos ao CNPq, os quais foram aprovados quanto ao mérito, mas não atingiram a prioridade necessária para a atribuição das bolsas. Entretanto, tendo como base o currículo destes dois docentes, fica claro que pesou na decisão do CNPq a atual crise financeira pela qual passa o Brasil e que atinge de forma desoladora a pós-graduação.

Uma segunda explicação para o quadro de bolsistas no programa, e detalhado no Projeto de Autoavaliação do Programa (veja o item 1.4), é a elevada carga horária de ensino dos docentes do PPG-Física – em média 8 horas/semana, mas podendo chegar até a 12 horas/semana quando consideramos disciplinas na pós-graduação – a qual é bem superior à média dos grandes centros do Brasil, e mesmo em comparação a outros departamentos da própria UEL. A implementação junto ao departamento de uma carga horária compatível com as atividades de pesquisa é um dos principais desafios do PPG-Física para os próximos anos.

Com relação à concentração de bolsistas por áreas do programa, a maior parte deles, 7 bolsistas, atua na área de Matéria Condensada. Dentre os outros 4, dois atuam na área de Física Nuclear, e dois nas áreas de Física Teórica. Tendo em conta a predominância da área de Matéria condensada no programa, este número revela um equilíbrio na distribuição de bolsistas por área.

Pós-doutorado e formação continuada

O afastamento de docentes para formação continuada (i.e., licenças sabáticas ou de pós-doutoramento) é fundamental para a consolidação do programa, e tem amplo apoio da coordenação do PPG-Física. Porém, dado que o afastamento docente implica o aumento de carga horária entre os demais docentes do Departamento de Física, as licenças sabáticas e de pós-doutorado precisam ser aprovadas pelo colegiado do Departamento.

O regimento do Departamento de Física permite o afastamento simultâneo de 1/6 do quadro docente efetivo para usufruto de licenças. Isso inclui, além das licenças sabáticas e de pós-doutoramento, as chamadas licenças-prêmio. Aqui cabe um parêntese: até 2019, todo o docente do departamento tinha direito a 3 meses de licença remunerada a cada 5 anos de trabalho. Em outubro de 2019, o Governador Carlos Massa Ratinho Junior sanciona uma lei que extingue a licença-prêmio entre os servidores do Paraná, e cria no lugar a chamada Licença Capacitação. A Licença Capacitação prevê o direito a três meses de licença remunerada a cada 5 anos de trabalho, desde que para a realização de cursos de capacitação docente. Estão excluídos deste direito os docentes contratados a partir de 2019.

Conforme mencionado anteriormente neste item, o quadro docente efetivo do Departamento de Física vem sofrendo um constante desmonte desde 2012. Com um quadro de docentes efetivos reduzido, a autorização de afastamentos implica a redistribuição de carga horária, e no consequente aumento de carga horária docente que, como vimos, tem um impacto direto na qualidade do programa. Não obstante, o afastamento para formação continuada tem acontecido. O último docente com afastamento para capacitação científica foi o Prof. Edson Laureto, afastado entre junho e agosto de 2019 para participar do desenvolvimento de um projeto financiado pela EPSRC SUPERGEN SuperSolar Network – UK, coordenado pelo Dr. Jeff Kettle e executado na Escola de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade de Bangor – UK.

Proporção de trabalhos experimentais com relação aos teóricos

No quadriênio 2017-2020, o número de artigos independentes (isto é, contando publicações com dois ou mais coautores do programa uma única vez) publicados pelos membros permanentes do programa em revistas indexadas foi de 154. Do total de artigos, 120 resultaram de pesquisas experimentais (78%), enquanto 34 são resultados de pesquisas teóricas (22%). Podemos notar que a proporção de trabalhos teóricos no quadriênio – aproximadamente um quinto do total – não segue a proporção de membros teóricos dentro do quadro permanente

que, como vimos, é de um terço. Uma possível explicação para este fato é que dos atuais 05 (cinco) membros teóricos do quadro permanente, 02 (dois) foram credenciados na segunda metade do quadriênio, e, portanto, suas produções pregressas não foram contabilizadas. Vale a pena lembrar também que dois membros teóricos permanentes foram descredenciados no quadriênio 2017-2020, em função de aposentadoria.

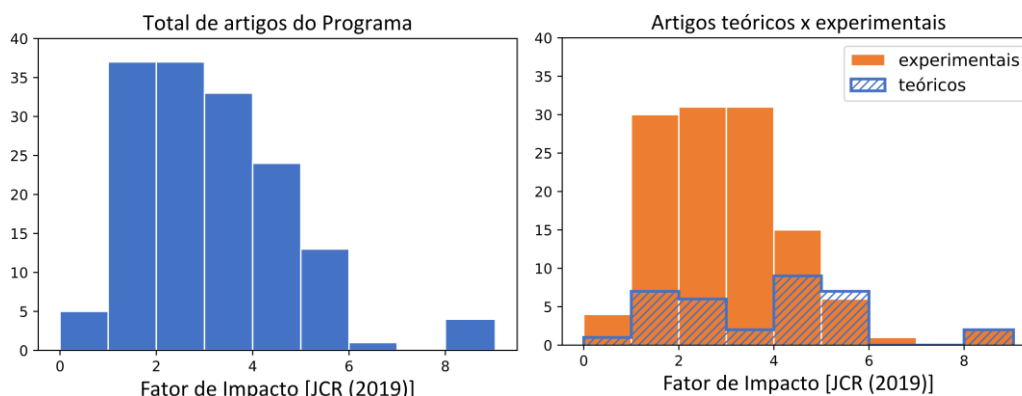


Figura 5 -- Distribuição dos artigos do Programa em função do fator de impacto JCR de 2019.

A Figura 5 mostra a distribuição de artigos no quadriênio em função do Fator de impacto (FI) do periódico. Para esta figura, utilizamos o índice JCR (da Clarivate Analytics) de 2019. Considerando todas as publicações, o FI médio do programa no quadriênio foi de 3.1 (figura da esquerda). Separando as publicações teóricas das experimentais, temos um FI médio de 3.8 e 2.9, respectivamente (figura da direita).

Item 1.3 – Planejamento estratégico

Em 2016, com o objetivo de nortear estratégias de desenvolvimento, a UEL apresentou à comunidade seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) para o período de 2016 a 2021. Este documento está em constante revisão, uma vez que prevê a avaliação bianual das suas metas e ações, de modo a garantir uma consonância dos seus objetivos com as melhores práticas de Ensino, Pesquisa e Extensão observadas nas universidades no Brasil e no mundo. O documento completo contendo a atualização mais recente pode ser encontrada [neste link](#).

O PDI da UEL é composto por 5 eixos principais:

1. Planejamento e Avaliação Institucional;
2. Desenvolvimento Institucional;
3. Políticas Acadêmicas;
4. Políticas de Gestão;
5. Infraestrutura Física.

A Pesquisa e a Pós-graduação fazem parte do Eixo 3, o qual prevê (Plano de Desenvolvimento Estratégico, 2016):

1. Consolidar a política de incentivo à expansão e à melhoria da rede de pesquisa e da qualidade dos cursos de pós-graduação, de maneira transversal e transdisciplinar;
2. Ampliar a captação de recursos junto às agências de fomento à pesquisa e pós-graduação e fortalecer as parcerias com os órgãos do Governo Estadual e Federal;
3. Consolidar e ampliar os meios institucionais de divulgação do conhecimento;
4. Manter o crescimento horizontal da Pós-Graduação *stricto sensu* com a proposição de novos cursos;
5. Fortalecer a infraestrutura de apoio administrativo à pesquisa e aos programas/cursos de pós-graduação e as legislações e procedimentos de pós-graduação e;
6. Implementar uma rotina de autoavaliação institucional dos cursos de pós-graduação, com a participação dos Colegiados, docentes, estudantes e egressos.

Ao longo deste relatório foram apresentados detalhes de várias iniciativas que comprovam a efetividade das ações da UEL, resumidas no seu PDI, para o fortalecimento da pós-graduação. Em relação à infraestrutura, várias destas iniciativas foram resumidas no item 1.1 deste documento, tais como a Biblioteca Central, o Laboratório Escola da Pós-graduação (LABESC) e os Laboratórios de Análises por Técnicas de Raios X (LARX). Outra iniciativa que merece destaque é o Escritório de Apoio ao Pesquisador – EAPq, criado em 2015 pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação. O objetivo do EAPq é funcionar como uma ferramenta de auxílio ao pesquisador na participação de editais de fomento à pesquisa, incluindo desde o processo de elaboração de uma proposta, até a execução e encerramento de projetos de médio e grande porte.

No quesito internacionalização, o PPG-Física pode contar com a ajuda da Assessoria de Relações Internacionais (ARI) – órgão vinculado ao Gabinete da Reitoria e que auxilia os pesquisadores no estabelecimento de parcerias com instituições estrangeiras, visando a formulação de acordos de cooperação e convênios. A ARI também presta atendimento a visitantes estrangeiros, auxilia estudantes e docentes em suas propostas de cooperação internacional, e ajuda os PPGs a identificar oportunidades para seu fortalecimento. A ARI mantém boas colaborações com o Grupo Coimbra, Rede Zicosur, Universia Santander, Red Maristán, ABRUEM, FAUBAI e outras.

Recentemente, conforme detalhes apresentados no item 1.4 desta proposta, a PROPPG uniu esforços para a criação da Comissão Institucional de Avaliação da Pós-graduação (CIAPG), a qual irá auxiliar os PPGs a implementarem projetos e procedimentos de autoavaliação, em atendimento às novas diretrizes de avaliação da CAPES.

Os objetivos do PPG-Física a médio e longo prazo do PPG-Física se alinham às diretrizes do PDI da UEL. A médio prazo, nosso Programa tem como meta:

1. Preparar mestres e doutores que possam atuar como protagonistas do desenvolvimento científico e tecnológico do País;
2. Produzir conhecimento científico puro, aplicado e de novas tecnologias (e.g., artigos, patentes, softwares etc.) em consonância com as questões e desafios da sociedade;
3. Fomentar a transferência qualificada de conhecimento;
4. Estabelecer colaborações com Programas de Pós-graduação em nível nacional e internacional;
5. Atrair novos talentos para a pesquisa pura e aplicada;

No contexto local, os objetivos específicos do programa são:

1. Preparar recursos humanos que possam contribuir diretamente para o desenvolvimento da região Norte do Paraná, seja através do desenvolvimento de patentes e tecnologias direcionadas às necessidades particulares da nossa região, seja pela oferta de professores de alto nível que atuarão em diversas universidades e institutos de pesquisa da região;
2. Completar e aperfeiçoar a formação dos diplomados em Cursos de Graduação e de Especialização em Física da nossa região, estimulando a pesquisa, o ensino científico e a divulgação científica;
3. Inserir a Universidade Estadual de Londrina no contexto científico nacional e internacional;
4. Contribuir para a nucleação de novos polos de pesquisa pura e aplicada na região Norte do Paraná;
5. Aperfeiçoar a avaliação do Programa frente as agências de fomento, fortalecendo assim o Programa enquanto referência no estado e no Brasil.

Conforme explicado no item 1.4, nosso Projeto de Autoavaliação (anexo à Plataforma Sucupira) pretende funcionar como uma guia para a avaliação da exequibilidade e implementação destas metas.

Item 1.4 – Autoavaliação

Como se sabe, a metodologia de avaliação dos PPGs conduzida quadrienalmente pela CAPES está passando por uma reformulação dos seus princípios e procedimentos. A partir do quadriênio 2021-2024, a avaliação dos PPGs passará a ter um caráter multidimensional, em oposição à avaliação linear calibrada entre as notas 3 e 7 e atualmente em uso. Um dos conceitos-chave dentre deste novo paradigma é a chamada autoavaliação dos PPGs. Em linhas gerais, para se autoavaliar, um dado PPG deve olhar para seus problemas e suas janelas de aprimoramento e, ao final de um período, determinar se a expectativa de aperfeiçoamento do Programa foi atingida. Espera-se que, com a autoavaliação, cada PPG possa estabelecer métricas sensíveis às idiosincrasias locais, capazes de aferir qualidades do Programa que vão além da capacidade de produção intelectual e da formação de recursos humanos [(Marques, Fabrício, 2019)].

Em 2019, o Grupo de Trabalho (GT) da CAPES apresentou um documento onde se estabelecem critérios norteadores para a implementação da autoavaliação por parte dos PPGs. A partir deste documento, a PROPPG da UEL criou uma Comissão Institucional de Avaliação da Pós-graduação (CIAPG), composta por membros da UEL das diferentes áreas de conhecimento, e que teve como tarefa preparar um proposta sistemática de autoavaliação no âmbito dos PPGs da UEL [este documento está anexada à Plataforma Sucupira em arquivo PDF]. Com base nos documentos do GT da CAPES e da CIAPG da UEL, o PPG-Física montou um Comitê de Autoavaliação (CAA), composto por docentes, discentes, egressos e participantes externos ao programa, com o objetivo de discutir a questão da autoavaliação e estabelecer uma linha de ação do PPG-Física para os próximos dois anos. O resultado deste trabalho está sintetizado no

Projeto de Autoavaliação do PPG-Física, o qual segue anexo a esta proposta em formato PDF [arquivo 'Projeto_CAA_vfinal.pdf'].

Formação

Item 2.1 – Teses e Dissertações

A atual resolução do PPG-Física exige para a defesa de tese dos seus doutorandos a publicação de, pelo menos, 01 (um) artigo científico em revista indexada e com a participação do orientador como coautor. Essa exigência não se aplica aos alunos de mestrado que, contudo, são encorajados a buscar publicações ou, caso as publicações não sejam possíveis, a apresentarem suas dissertações na forma de artigos científicos. Um aspecto positivo dos PPGs da UEL é a autorização, por parte da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, da publicação das dissertações e teses em outras línguas. Assim, nos últimos anos o Programa tem visto crescer o número de teses e dissertações escritas em inglês e, em número menor, em espanhol. Vários orientadores têm, inclusive, incentivado a escrita das dissertações e teses em inglês, por entenderem que essa medida contribui de forma positiva para a internacionalização do Programa, bem como para a iniciação do estudante em uma tarefa corriqueira da carreira científica.

No último quadriênio o PPG-Física formou 48 estudantes, dos quais 19 são doutores e 29 são mestres. O total de trabalhos publicados em revistas indexadas e envolvendo a participação de alunos (excluindo publicações de egressos) foi de 62, o que dá uma média de 1,3 artigos por aluno formado. Isso inclui artigos diretamente relacionados às teses bem como artigos que resultam de colaborações não diretamente relacionadas a elas, o que é comumente observado como resultado de parcerias entre as equipes experimentais. Considerando apenas os alunos de mestrado, o total de artigos publicados no quadriênio foi de 20, ou 0,7 artigo por aluno formado.

Podemos observar entre as teses defendidas no PPG-Física uma boa dose de interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento, sobretudo nas áreas da Saúde (e.g., as teses das Dras. Bruna Cristina Amorim e Daniele Aparecida Maia Cleto), Agrárias (e.g., tese do Dr. Felipe Rodrigues dos Santos), Ciência dos Materiais (e.g., teses dos Drs. Luis Henrique Cardozo Amorin, Ricardo Vignoto Fernandes, Stephany Pires da Silva e Wesley Renzi) e Arqueometria (e.g., tese do Dr. Rafael Molari). Conforme ressaltado no Documento de Área da CAPES (Área 03: Astronomia /Física, página 6), o envolvimento da Física com outras áreas do conhecimento é uma tendência desejável e valorizada, e tem sido observada em nível mundial nos anos recentes. Nesse sentido, as teses do nosso programa têm acompanhado essa tendência.

Das 19 teses defendidas no quadriênio, 16 resultaram na publicação de, pelo menos, um artigo em revista indexada. O PPG-Física tem trabalhado no sentido de conscientizar os estudantes de doutorado da importância (além da obrigatoriedade regimental) de se alcançar uma publicação científica original como resultado da tese defendida. Entretanto, alguns alunos

ainda demonstram dificuldades em conseguir uma publicação durante o prazo regulamentar do doutorado, embora uma parcela destes acabe conseguindo uma publicação nos anos seguintes à defesa. Porém, à medida que o tempo passa e o recém-doutor se vê diante de novos desafios profissionais, a motivação para a publicação acaba se perdendo. Buscando amenizar este problema, a coordenação do Programa implementou em 2017 um relatório semestral de atividades discente, cuja entrega é obrigatória. O relatório contém um parecer substantiado do orientador sobre o andamento dos projetos dos seus orientandos. Essa medida permite um melhor diagnóstico do andamento dos projetos dos estudantes, possibilitando a tomada de medidas preventivas pelo orientador e, em casos mais graves, pela coordenação do programa, de modo a garantir a publicação de um artigo.

Teses defendidas no quadriênio

Apresentamos a seguir a lista de todas as teses defendidas no Programa durante o quadriênio 2017-2020, junto com a referência do principal artigo resultante da tese/dissertação.

2017

1. **Tese:** Aplicação da técnica de fluorescência de raios-X por reflexão total (txrf) para análise de amostras de saliva e plasma de atletas pré e pós esforço físico
 - a) **Estudante:** Daniele Aparecida Maia Cleto
 - b) **Orientador:** Dr. Avacir Casanova Andrello
 - c) **Principal artigo:** Effects of Futsal Demands on Serum and Salivary Levels of Trace Elements and Minerals Detected by Total Reflection X-Ray Fluorescence. BIOLOGICAL TRACE ELEMENT RESEARCH, 2019. DOI: 10.1007/s12011-019-01697-4
2. **Tese:** Estudo de mistura de pigmentos de interesse arqueométrico pelas espectroscopias Raman e EDXRF
 - a) **Estudante:** Madson Albertini Bruno
 - b) **Orientador:** Dr. Carlos R. Appoloni
 - c) **Principal artigo:** Characterization of digital textile printing and polymer blend (PFO-DMP: P3HT) for application in manufacture of organic diodes emitting white light - WOLEDs. OPTICAL MATERIALS (Amsterdam. Print), v. 62, p. 119-131, 2016. DOI: 10.1016/j.optmat.2016.09.050
3. **Tese:** Estudo de propriedades estruturais, morfológicas e magnéticas de A-FEEOH
 - a) **Estudante:** Daniel Farinha Valezi
 - b) **Orientador:** Dr. Eduardo Di Mauro

- c) **Principal artigo:** Goethite (α -FeOOH) magnetic transition by ESR, Magnetometry and Mössbauer. MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS, v. 173, p. 179-185, 2016. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2016.01.067
- 4. **Tese:** Influência dos parâmetros de síntese nas propriedades eletrocromicas de filmes finos de óxido de titânio depositados por dc reactive sputtering
 - a) **Estudante:** Luis Henrique Cardozo Amorin
 - b) **Orientador:** Dr. Alexandre Urbano
 - c) **Principal artigo:** Influence of the hydrogen content on the optical properties of TiOx thin films. JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE-MATERIALS IN ELECTRONICS, v. 31, p. 1672-1680, 2020. DOI: 10.1007/s10854-019-02685-z
- 5. **Tese:** Caracterização não destrutiva de material cerâmico e de tecidos de culturas antigas da Bolívia por pXRF e espectroscopia Raman portátil
 - a) **Estudante:** Jorge Lisme Ticona
 - b) **Orientador:** Dr. Carlos R. Appoloni
 - c) **Principal artigo:** X-ray fluorescence spectroscopy and Monte Carlo simulation for quantitative characterization of Bolivian golden artefacts. X-RAY SPECTROMETRY (online), v. 3196, p. xrs.3196-15, 2020. Doi: 10.1002/xrs.3196

2018

- 1. **Tese:** O escalar de curvatura de Ricci e a energia elástica livre de uma amostra nemática
 - a) **Estudante:** Willyan Henrique Pontim Bertolino
 - b) **Orientador:** Dr. Manuel Simões
 - c) **Principal artigo:** Curvature of the elastic deformations in a nematic sample. EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL E, v. 42, p. 59, 2019. DOI: 10.1140/epje/i2019-11817-8
- 2. **Tese:** A inflação do gás de Chaplygin generalizado com viscosidade
 - a) **Estudante:** Luis Gustavo Tomaz Silva
 - b) **Orientador:** Dr. Thiago Pereira
 - c) **Principal artigo:** Inhomogeneous imperfect fluid inflation. ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE, v. 362, p. 7, 2017. Doi: 10.1007/s10509-016-2988-5
- 3. **Tese:** Estudo do processo de polimerização e reatividade de radicais livres aprisionados em materiais odontológicos
 - a) **Estudante:** Bruna Cristina Amorim
 - b) **Orientador:** Dr. Eduardo Di Mauro

- c) **Principal artigo:** Post-polymerization reactivity of free radicals trapped in resin-based dental restorative materials by ESR spectroscopy. POLYMER BULLETIN, v. 77, p. 3249-3262, 2020. Doi: 10.1007/s00289-019-02914-9
- 4. **Tese:** Aplicação de materiais com luminescência deslocada para menores energias em dispositivos fotovoltaicos orgânicos de P3HT:PCBM
 - a) **Estudante:** Ricardo Vignoto Fernandes
 - b) **Orientador:** Dr. Edson Laureto
 - c) **Principal artigo:** Development of multidyed UV filters for OPVs using luminescent materials. JOURNAL OF PHYSICS. D, APPLIED PHYSICS (Print), v. 50, p. 025103, 2017. DOI: 10.1088/1361-6463/50/2/025103

2019

- 1. **Tese:** Ressíntese e caracterização de eletrodos de LiCoO₂ recuperados de catodos de baterias descartadas de íons de lítio
 - a) **Estudante:** Stephany Pires da Silva
 - b) **Orientador:** Dr. Jair Scarmínio
 - c) **Principal artigo:** Effects on the phases and crystalline structures of LiCoO₂ cathode under thermal treatments up to 400-°C. JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, v. 810, p. 151933, 2019. DOI: 10.1016/j.jallcom.2019.151933
- 2. **Tese:** Invariantes geométricos da fase nemática e o cálculo da elasticidade
 - a) **Estudante:** Davincy Andres Tovar Pabon
 - b) **Orientador:** Dr. Manuel Simões
 - c) **Principal artigo:** Optical signal and optical axes in uniaxial and biaxial nematic phases. PHASE TRANSITIONS, v. 92, p. 117-125, 2019. DOI: 10.1080/01411594.2018.1556269
- 3. **Tese:** Theoretical methods in spatially anisotropic cosmologies
 - a) **Estudante:** Oton Henrique Marcori
 - b) **Orientador:** Dr. Thiago Pereira
 - c) **Principal artigo:** Two-point correlation functions in inhomogeneous and anisotropic cosmologies. JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS, v. 2017, p. 032-032, 2017. DOI: 10.1088/1475-7516/2017/02/032
- 4. **Tese:** Estudo das propriedades ópticas e eletrônicas de novas blendas poliméricas e híbridas para confecção de woleds
 - a) **Estudante:** Wesley Renzi
 - b) **Orientador:** Dr. José Leonil Duarte

- c) **Principal artigo:** White electroluminescence based on PFO: CdSe(ZnS):P3OT hybrid blends. SYNTHETIC METALS, v. 237, p. 10-15, 2018. DOI: 10.1016/j.synthmet.2018.01.005

2020

1. **Tese:** Estudo por fluorescência de raios-X (PXRF e TXRF) de pinturas europeias pertencentes à coleção do Museu de Arte de São Paulo (MASP)
 - a) **Estudante:** Rafael Molari
 - b) **Orientador:** Dr. Carlos R. Appoloni
 - c) **Principal artigo:** A PXRF and TXRF study of The Portrait of a young gentleman (1539), by Lucas Cranach the Elder. RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY, v. 165, p. 108413, 2019. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2019.108413
2. **Tese:** Uso de fluorescência de raios x e análise multivariada na determinação de atributos de fertilidade de solos em uma topossequência derivada do basalto
 - a) **Estudante:** Felipe Rodrigues dos Santos
 - b) **Orientador:** Dr. Fabio Melquiades
 - c) **Principal artigo:** Evaluation of pre-processing and variable selection on energy dispersive X-ray fluorescence spectral data with partial least square regression: A case of study for soil organic carbon prediction, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, Volume 175, 106016, 2021. DOI: 10.1016/j.sab.2020.106016
3. **Tese:** Determinação por TXRF e MEV-EDS da liberação de nanopartículas de TiO₂ de tecidos com proteção ultravioleta durante o processo de lavagem
 - a) **Estudante:** Diego de dio Ferreira
 - b) **Orientador:** Dr. Carlos R. Appoloni
 - c) **Principal artigo:** Total Reflection X-ray Fluorescence spectrometry determination of titanium dioxide released from UV-protective textiles during wash. APPLIED RADIATION AND ISOTOPES, v. 165, p. 109345, 2020. DOI: 10.1016/j.apradiso.2020.109345

Bancas de defesas

Todas as bancas constituídas para defesas são compostas por doutores. No caso das bancas de defesa de Mestrado, nosso regulamento exige a participação de um membro interno ao programa e um membro externo, além do orientador ou coorientador (mas não ambos). Para as bancas de defesa de Doutorado, exige-se a participação de dois membros internos e dois externos, além do orientador ou coorientador. Dado que nosso PPG é pequeno, nem sempre é possível encontrar dois membros do Programa com disponibilidade e/ou experiência no assunto

da defesa. Assim, com alguma frequência as bancas de Doutorado são compostas por três membros externos. Em todas as defesas, porém, o PPG tem garantido a participação de pelo menos 01 (um) membro interno (além do orientador), de modo a manter o controle interno sobre a qualidade das defesas.

No último quadriênio nossas bancas foram compostas majoritariamente (84%) por docentes efetivos de universidades do Brasil. Uma fração menor (16%) tem sido composta por doutores em outras atividades, tais como pesquisadores (pós-docs), técnicos, engenheiros e docentes com contratos temporários.

No que se refere à origem destes membros, a maioria (58%) são de institutos e universidades do Paraná. Dentre elas a UEL (28%), UTFPR (18%), UEM, IFPR e Unicentro (4% cada). Em seguida vem a USP (12%), UFABC, UNESP e UFRJ (4% cada). Por fim, 18% dos membros das bancas tem origem em centros de diversas regiões do Brasil e do mundo, tais como a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Universidade de Oslo (UiO) e o Central European Institute for Cosmology and Fundamental Physics (CEICO).

A Figura 6 apresenta o perfil e origem dos membros externos que compuseram as bancas do programa no último quadriênio.

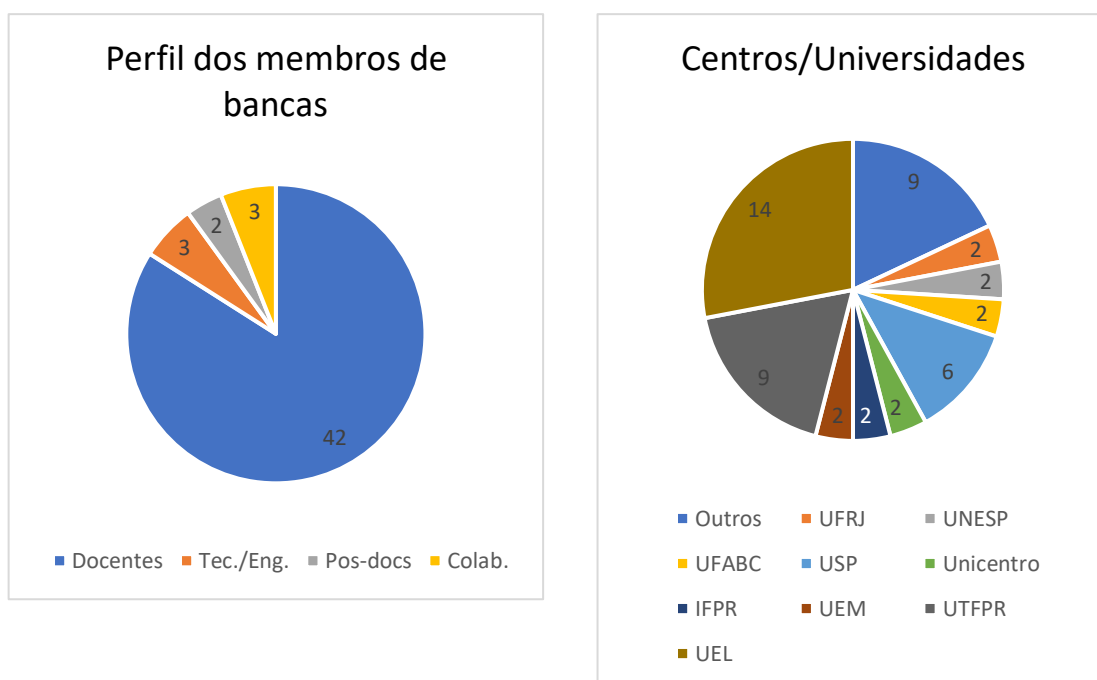


Figura 6 -- Perfil dos membros das bancas de defesa.

Item 2.2 – Produção intelectual discente

No último quadriênio, o PPG-Física foi avaliado como “Regular” no que se refere à participação de discentes/egressos na produção intelectual qualificada do programa. Como apontado na última ficha de avaliação, o percentual de trabalhos com participação de discentes/egressos foi de 15%, enquanto o valor de referência da área naquele quadriênio foi de 30%. Por se tratar de um ponto crítico da nossa avaliação, este quesito recebeu bastante

atenção da coordenação do PPG no último quadriênio. Em particular, houve um esforço da coordenação para conscientizar alunos e docentes da importância da participação dos discentes na produção qualificada do programa. Uma das atitudes práticas no sentido de identificar problemas, como já mencionado no item 2.1, foi a implementação de um relatório semestral de atividades discente. Por meio desta ferramenta, a coordenação pode acompanhar de perto a evolução dos projetos de pesquisa dos discentes e atuar pontualmente em casos que exigiam atenção.

A Figura 7 apresenta o percentual de produção intelectual do programa com participação de discentes/egressos em revistas com Qualis de todos os extratos (como explicado no item 2.4, estamos usando como referência o Qualis extraoficial de julho de 2019) em cada ano do quadriênio. O percentual médio da participação de discentes/egressos em publicações qualificadas no último quadriênio foi de 57%, o que representa um crescimento de 280% em relação ao quadriênio 2013-2016.

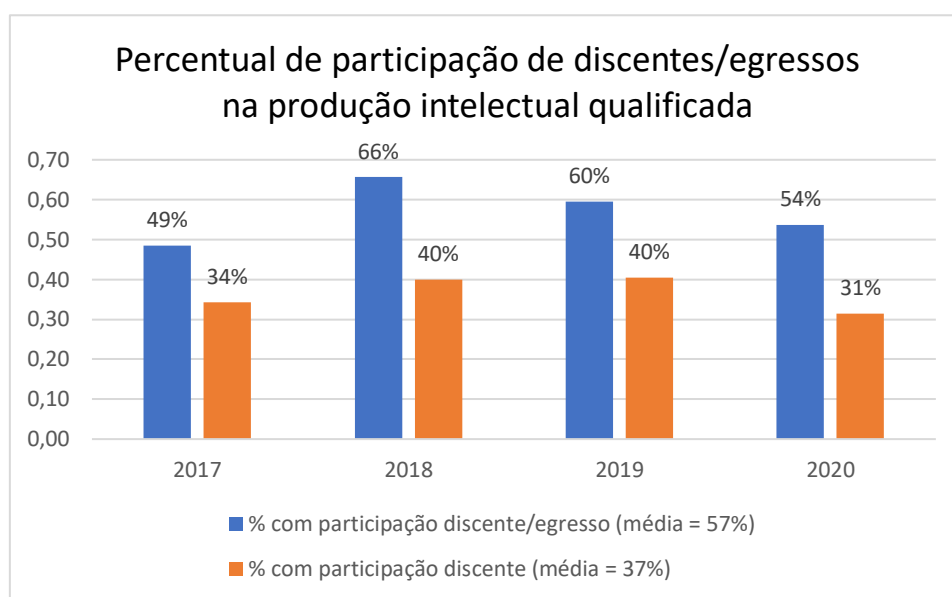


Figura 7 -- Percentual dos artigos qualificados publicados pelo Programa com participação de discentes e egressos.

Existe uma ressalva importante a ser feita com relação a esse percentual. Como se sabe, o prazo em que um(a) formando(a) é considerado como egresso pela CAPES foi alterado, passando de 01 (um) para 05 (cinco) anos. Essa mudança teve um grande impacto no nosso PPG, uma vez que muitos dos nossos egressos, conforme relatado no item 2.3 desta proposta, continuam atuando como professores colaboradores na própria UEL. Essa proximidade com os grupos de pesquisa, laboratórios e ex orientadores facilitou a atuação destes egressos na continuidade de projetos de pesquisa, e, consequentemente, na produção qualificada. Assim, vários artigos da figura acima têm autoria da forma Docente/Egresso, ou Docente/Egresso/Participantes Externos. Contudo, mesmo se excluirmos estes artigos e mantivermos apenas os artigos com autoria na forma Docente/Discente ou Docente/Discente/Participante Externo, a média no quadriênio é de 37%. Este número está bem próximo (e, por sinal, acima) do valor de referência observado no quadriênio 2013-2016, e representa um crescimento substancial de 146% em relação ao percentual do nosso PPG no quadriênio anterior.

Também é importante conhecer a distribuição dos artigos com discentes/egressos nos extratos do Qualis. Considerando novamente o Qualis (não-oficial) de julho de 2019, a distribuição destas publicações extratos distintos é mostrado na Figura 88.

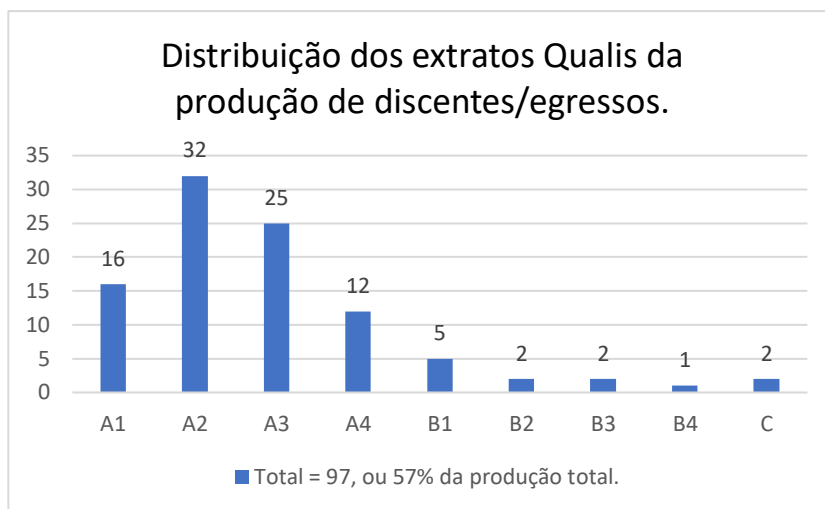


Figura 8 -- Distribuição dos extratos Qualis da produção intelectual com participação de discentes e egressos.

Por fim, é importante conhecer a fração de estudantes que participaram de publicações dentre todos os estudantes que passaram pelo nosso PPG durante o quadriênio. O número de CPFs independentes registrados na Plataforma Sucupira no quadriênio 2017-20 foi de 71, incluindo os estudantes que já estavam no programa no início do quadriênio. Destes, 51% (i.e., 36 estudantes) participaram de ao menos uma publicação científica. Se consideramos apenas as matrículas no doutorado (44), 61% (i.e., 27 doutorandos) publicaram ao menos um artigo. É importante notar que estão inclusos neste cálculo alunos que desistiram do curso, alunos que ainda não defenderam suas teses, bem como alunos que por alguma razão precisaram pedir prorrogação dos seus prazos regulamentares.

Item 2.3 – Perfil dos Egressos

A maior parte dos nossos egressos atua como professores/pesquisadores em universidades privadas, públicas e centros de pesquisa espalhados pelo Brasil. Em particular, a região metropolitana de Londrina e o interior do estado do Paraná concentram um bom número de universidades públicas estaduais e federais e institutos de ensino tecnológico. Por isso, uma fração significativa destes egressos têm conseguido se inserir no mercado de trabalho regional, o que tem contribuído de forma decisiva para a nucleação de novos centros de pesquisa no interior do estado. Dentre estas instituições, podemos destacar a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), o Instituto Federal do Paraná (IFPR), a Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), além da própria Universidade Estadual de Londrina, onde muitos egressos atuam como professores

colaboradores (i.e., professores com contratos temporários). O campus da UTFPR em Londrina é um exemplo importante desta nucleação: 08 (oito) egressos do PPG-Física da UEL são atualmente docentes efetivos desta universidade, dos quais 04 (quatro) compõem o Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM) daquela universidade.

Para além do estado do Paraná, também observamos egressos empregados em Santa Catarina (IFC), São Paulo (UFSCAR), Mato Grosso (UFMT) e Bahia (ICTI-UFBA). Uma menor parte dos nossos egressos têm se inserido no mercado de trabalho, notadamente em áreas relacionadas à física médica e tecnologias de materiais.

Um aspecto importante em relação aos egressos do curso de mestrado é que, dentre os que optam pelo doutorado, a grande maioria (cerca de 90%) tem nosso PPG como primeira opção. Isso se deve, em grande medida, ao amadurecimento científico do nosso PPG e ao seu estabelecimento como referência na pós-graduação no interior do estado, o que contribuiu para tornar nosso programa mais atrativo para os nossos alunos de mestrado. Evidentemente, também pesa na decisão destes alunos o fato de que a região metropolitana de Londrina oferece uma excelente qualidade de vida, com alto IDH e baixo custo financeiro.

Dentre os estudantes que optam por um doutorado fora da UEL, observa-se uma concentração destes nos grandes centros da região Sudeste (São Paulo e Rio de Janeiro), bem como em universidades da Europa e Estados Unidos. Mais recentemente, e graças a esforços de colaborações internacionais estabelecidas por membros do nosso programa, temos tido sucesso em estabelecer canais de colaboração com universidades da Europa e dos Estados Unidos, algumas das quais oferecem bolsas de doutorado integrais para nossos mestrandos. Como exemplo, o egresso Matheus Medeiros (mestre em 2019) se encontra atualmente no programa de doutorado da Universidade de Pisa, na Itália, trabalhando na área de cosmologia teórica. Também nesta linha de pesquisa, o mestre (2017) Felipe Oliveira Franco terminou seu doutorado pelo Departamento de Física da Universidade de Genebra, na Suíça, com bolsa integral desta instituição. Atualmente, este estudante possui uma bolsa de pós-doutorado, em cosmologia, na Universidade de Oxford. Na área de astrofísica e astropartículas, o mestre Luis Felipe Pineros Rico (mestre em 2017) se encontra desenvolvendo o doutorado no Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, na França. Na área de Física de Partículas e Campos, o mestre Guilherme Delfino Silva (2021) foi contemplado com uma bolsa integral de doutorado pela Universidade de Boston.

Por se tratar de um programa de pequeno porte, o acompanhamento de egressos tem sido feito, na maioria das vezes, por contato direto com os egressos ou com membros de colaborações científicas e seus respectivos círculos de amizade. À medida que o programa cresce, contudo, serão necessários métodos mais eficientes e dinâmicos para cumprir esta tarefa. A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UEL está atualmente trabalhando no sentido de compilar dados dos egressos em larga escala, e uma plataforma de acesso a estas informações deve estar disponível nos próximos meses. Em linhas gerais, no entanto, podemos destacar que boa parte dos nossos egressos (70%) se encontra em instituições públicas de ensino e pesquisa. Como 10 exemplos de destaque nos últimos 15 anos (2006-2020), podemos citar:

1. Fábio Luiz Melquiades. Obteve o doutorado pelo PPG-Física em 2007 na área de Física Nuclear Aplicada com a tese “Medida da concentração de metais em água com equipamento portátil de EDXRF”, sob orientação do Dr. Carlos R. Appoloni. Entre 2000 e 2015 foi professor da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Desde 2015 é professor Associado C do Departamento de Física da UEL, membro permanente do PPG-Física e bolsista PQ2 do CNPq; (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8539939787669526>)
2. Márcio Daldin Teodoro. Obteve o título de mestre pelo PPG-Física em 2008 na área de Matéria Condensada com a dissertação “Transições Ópticas em Poços Quânticos Múltiplos com Diferentes Orientações Cristalográficas”, sob a orientação do Dr. Ivan F. L. Dias. Atualmente é Professor Associado do Departamento de Física da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e bolsista PQ2 do CNPq; (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602634309535528>)
3. Marco Aurélio Toledo Silva. Obteve o título de doutor pelo PPG-Física em 2009 na área de Matéria Condensada com a tese “Propriedades ópticas de filmes finos de meh-ppv e bdmo-ppv depositados sobre diferentes tipos de substratos”, sob orientação do Dr. Ivan F. L. Dias. Atualmente é professor adjunto na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Londrina, onde também atua como assessor de pesquisa e pós-graduação e diretor adjunto de pesquisa; (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8128138689305916>)
4. Marcelo Estevam. Obteve o doutorado pelo PPG-Física em 2009 na área de Física Nuclear Aplicada com a tese “Avaliação dos níveis de metais no organismo de ratos portadores de tumor de walker-256 e camundongos infectados com o protozoário trypanosoma cruzi pela técnica de fluorescência de raios x portátil (pxrf)”, sob orientação do Dr. Carlos R. Appoloni. Atualmente professor no Instituto Federal do Paraná (IFPR), onde coordena o Laboratório de Pesquisa e Inovação em Saúde (LPIS). É também presidente, desde 2016, da Editora IFPR, além de Pró-Reitor de Extensão, Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFPR.
5. Luciana Gomes Chagas. Obteve o título de mestra pelo PPG-Física em 2012 na área de Matéria Condensada com a dissertação “Estudo da reciclagem de cátodos de baterias de íon-lítio”, orientada pelo Dr. Alexandre Urbano. Após o mestrado, realizou seu doutorado (2012-2016) em Físico-Química pela Universidade de Muenster, na Alemanha, com bolsa do CNPq (CsF). De 2016 a 2018, foi bolsista de pós-doutorado no Helmholtz Institute Ulm (HIU) for Electrochemical Energy Storage. Atua desde 2018 como pesquisadora pela empresa Johnson Matthey Technology Centre, no Reino Unido, trabalhando na área de materiais de baterias. (Linkedin: <https://www.linkedin.com/in/luciana-gomes-chagas-0b1480160/>)
6. David da Silva Simeão. Obteve o título de doutor pelo PPG-Física em 2013 na área de Matéria Condensada com a Tese “Universalidade e Criticalidade da Mesofase Nemática”, sob orientação do Dr. Manuel Simões. É professor/pesquisador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no campus de Londrina, desde 2013, onde compõe o quadro docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais;
7. Alisson Henrique Dal Col. Obteve o título de mestre pelo PPG-Física em 2017 na área de Física Nuclear Aplicada com a dissertação “Estudo de efeito de volume parcial em

imagens de microtomografia computadorizada por raios-x”, sob orientação do Dr. Carlos R. Appoloni. Após o mestrado, realizou dois anos de residência multiprofissional em Física Médica, na área de Radioterapia, pelo hospital Sírío Libanês. Fundou a empresa [SpectraRT](http://www.spectrart.com.br/) através da qual atua, desde 2019, como chefe do setor de Radioterapia do Hospital do Câncer de Maringá. (Linkedin: www.linkedin.com/in/alissondalcol/. Site da empresa SpectraRT: www.spectrart.com.br/)

8. Luis Henrique Cardozo Amorin. Obteve o título de doutor em 2017 na área de Matéria Condensada com a tese “Influência dos parâmetros de síntese nas propriedades eletrocromicas de filmes finos de óxido de titânio depositados por dc reactive sputtering”, sob orientação do Prof. Alexandre Urbano. Atualmente trabalha como professor Adjunto no Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal da Bahia (ICTI-UFBA); (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7171130991539657>)
9. Felipe Oliveira Franco. Obteve o título mestre em 2017 pelo PPG-Física na área de Cosmologia com a dissertação “Perturbações tensoriais em universos anisotropicamente curvos”, sob orientação do Dr. Thiago S. Pereira. Após o mestrado, foi selecionado pelo governo Suíço para desenvolver seu doutorado no Grupo de Cosmologia da Universidade de Genebra. Atualmente é bolsista de Pós-Doutorado na Universidade de Oxford, com bolsa do governo Suíço, trabalhando sob supervisão do Dr. Pedro Ferreira. (Site: <https://archive-ouverte.unige.ch/authors/view/135464>)
10. Wesley Renzi. Obteve o título de doutor pelo PPG-Física em 2019, na área de Matéria Condensada, com a tese “Estudo das propriedades ópticas e eletrônicas de novas blendas poliméricas e híbridas para confecção de woleds”, orientada pelo Dr. José L. Duarte. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal do Paraná (IFPR), no campus de Pitanga; (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4692413862572616>)

Portanto, os cursos de mestrado e doutorado oferecidos pelo PPG-Física da UEL vêm cumprindo bastante bem seu papel na formação de recursos humanos altamente qualificados, aptos a liderar desafios em diversas frentes da física pura e aplicada, e em conformidade com a missão e objetivos do Programa. O perfil e a carreira dos egressos do programa corroboram essa visão.

Item 2.4 – Produção intelectual docente

Artigos em periódicos

No quadriênio 2017-2020, o número total de artigos publicados em revistas indexadas pelos membros do PPG-Física (incluindo os membros colaboradores) foi de 171 [Aqui cabe uma observação: como demonstrado no item 1.2, o número total de artigos no quadriênio com JCR foi de 158. A discrepância se deve ao fato de que nem todos os artigos cadastrados na plataforma Sucupira possuem JCR no ano de 2019]. Esse número representa um aumento de 46% em relação ao quadriênio anterior (2013-2016), quando o total de artigos publicados foi de 117. A Figura 99 ilustra o crescimento da produção ano a ano.

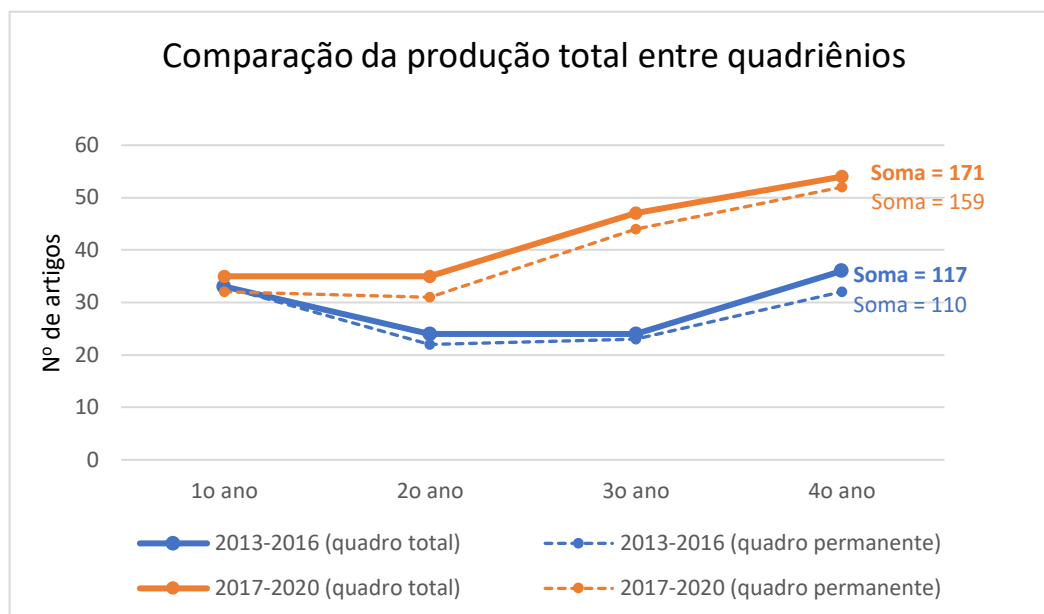


Figura 9 -- Número total de artigos publicados ano a ano, nos quadriênios 2013-2016 (azul) e 2017-2020 (laranja).

Por outro lado, como demonstramos no item 2.5 do presente documento, houve também um crescimento no número total de membros do Programa. O número médio de participantes do programa saltou de 15,75 no quadriênio 2013-2016 para 18 no quadriênio seguinte; ou seja, um aumento de 14,3%. Assim, parte do crescimento observado acima se deve ao crescimento do corpo docente. Porém, o crescimento líquido na produção pode ser facilmente estimado. A taxa média de publicação do programa no quadriênio 2013-2016 foi de 7,4 artigos/docente. Multiplicando essa taxa pelo número médio de docentes no quadriênio 2017-2020, obtemos $7,4 \times 18 = 133$ artigos. Como vimos, o número total de artigo neste quadriênio foi de 171. Portanto, houve um crescimento legítimo de 28,6% na nossa produção.

O quadro apresentado acima depende pouco da atuação dos membros colaboradores. Se consideramos apenas a produção do corpo permanente, os números são os seguintes: 159 artigos publicados em revistas indexadas no quadriênio 2013-2017, contra 110 no quadriênio 2013-2016. Ou seja, um aumento bruto de 44,5%. Por outro lado, o número médio de membros permanentes no programa foi de 13,5 no quadriênio 2013-2016 para 14,5 no quadriênio seguinte; um aumento de 7,4%. Considerando apenas os membros permanentes, a taxa de publicação no quadriênio passado foi de 8,1 artigos/docente. Se aplicarmos essa taxa de produção entre 14,5 membros, temos um total 117,5 artigos. Portanto, o total de 159 artigos corresponde a um crescimento real de 35%. Isso também demonstra que o quadro geral do PPG-Física, com ou sem os membros colaboradores, é essencialmente o mesmo, e comprova a autonomia do programa frente a seu quadro docente.

A qualidade da produção intelectual do nosso PPG foi um dos pontos que nos impediu, no quadriênio passado, de saltar de nota 4 para nota 5. Conforme enfatizado pelos avaliadores na nossa última ficha de avaliação, a média de publicação por docente permanente em revistas nos estratos Qualis A1-B5 estava abaixo dos valores de referência da área naquele quadriênio. Portanto, é imprescindível revisitar este quesito com os dados deste quadriênio. Contudo, como

é de amplo conhecimento da comunidade acadêmica, não há, até o momento, um documento Qualis oficial que nos permita avaliar quantitativamente a melhoria na qualidade da produção docente no quadriênio 2017-2020. Existe uma tabela Qualis apresentada em julho de 2019, ampla e informalmente divulgada entre coordenadores de pós-graduação, mas que não foi aprovada oficialmente pela CAPES. Paralelamente, a última tabela Qualis disponibilizada pela CAPES, referente ao quadriênio 2013-2016, está bastante defasada. Dessa forma, uma comparação quantitativa da qualidade da produção intelectual do PPG-Física entre os quadriênios fica impossibilitada enquanto não houver uma nova (e oficial) atualização do Qualis CAPES. Não obstante, podemos ter uma ideia geral da evolução da qualidade das produções ao longo dos quadriênios se compararmos ambos os quadriênios à luz da mesma tabela Qualis. A Figura 10 mostra a distribuição da produção do nosso PPG em função do Qualis da tabela (não oficial) de julho de 2019. Um cálculo simples mostra que a média do nosso PPG está entre os Qualis A2 e A3, e a mediana entre A1 e A2.

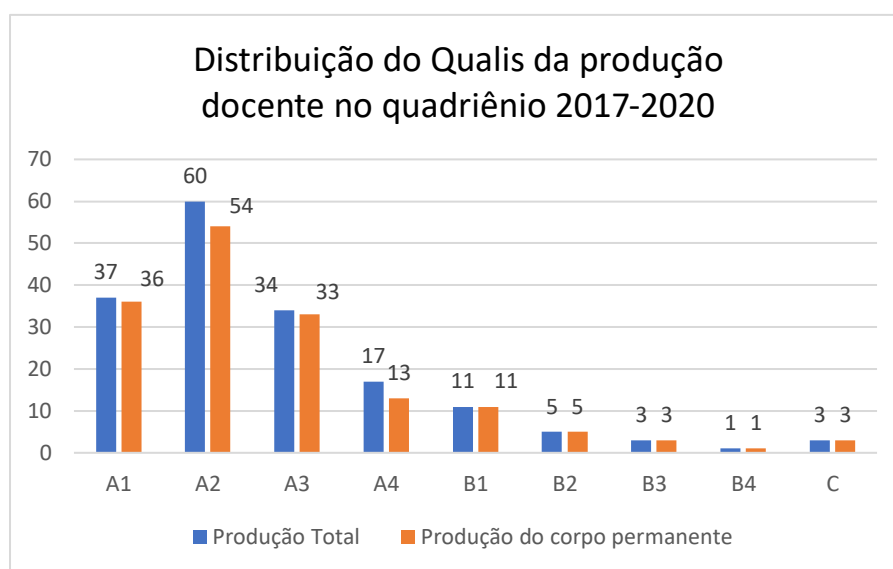


Figura 10 -- Distribuição dos artigos do programa nos extratos Qualis durante o quadriênio 2017-2020.

A Figura 11 apresenta uma análise análoga para os dados do quadriênio 2013-2016, novamente usando o Qualis (não-oficial) de 2019. Neste caso a média de publicação ficou entre A3 e A4, e a mediana entre A2 e A3. É importante enfatizar que estamos interessados aqui apenas em uma comparação simples de quadriênio por uma régua única. Como se sabe, o Qualis de julho de 2019 apresenta distorções graves, como se nota contrastando o extrato das revistas *Nature Astronomy* (extrato B4) e *Revista Brasileira de Ensino de Física* (extrato A1). Não obstante estas deficiências, esta análise permite inferir a evolução do programa sob um mesmo prisma. Feitas estas ressalvas, o resultado aponta para uma melhora na qualidade da produção intelectual do programa.

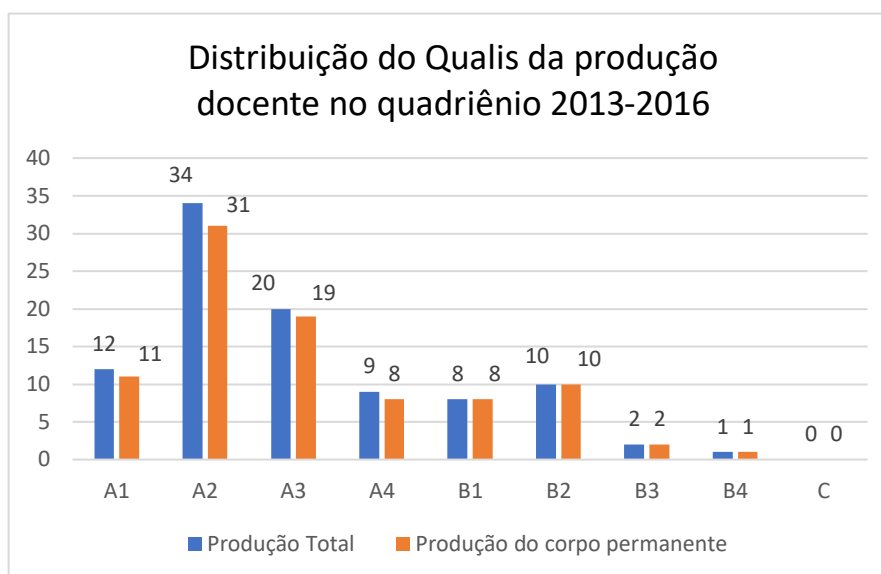


Figura 11 -- Distribuição dos artigos do programa nos extratos Qualis durante o quadriênio 2013-2016.

Demais produções

O PPG-Física acompanha a tendência nacional de concentrar a maior parte da sua produção intelectual em artigos científicos. Uma menor parte da nossa produção (cerca de 8%) é composta de patentes e capítulos de livros. No quadriênio 2017-2020, foram depositadas 3 patentes, um das quais resultou da Tese de Doutorado do estudante Aroldo Salviato, (defendida no quadriênio 2013-2016), e 11 capítulos de livros, os quais incluem a participação de 01 (um) discente de doutorado (Ana Carolina Gomes Mantovani) e 05 (cinco) egressos de doutorado (Bruno Luiz Santana Vicentin, Daniel Farinha Valezi, Flavio Franchello, Renato Akio Ikeoka e Madson Albertini Bruno).

Destaque na SBF

Como exemplo de trabalho com destaque nacional, citamos o artigo “Duality Between 3D Massive Thirring and Maxwell-Chern-Simons Models from 2D Bosonization”, de autoria dos docentes Pedro R. S. Gomes e Carlos A. Hernaski -- ambos membros titulares do PPG-Física, e publicado na prestigiosa revista *Physical Review Letters*. O trabalho joga luz sobre dualidades entre teorias físicas e apresenta novos métodos de resolução de modelos fortemente acoplados, e foi destaque no Boletim da SBF na edição de novembro. ([Link para o vídeo.](#))

Item 2.5 – Qualidade do corpo docente

Evolução do quadro docente

Em 2012, ano em que o PPG-Física debuta como programa autônomo, o corpo docente possuía 13 membros, dos quais 12 eram membros permanentes. No ano seguinte o número total de membros do programa cresceu 15%, passando a um total de 15 membros, dos quais 13 são permanentes. Essa configuração se mantém até o fim de 2015 e, em 2016, o corpo do programa cresce 20%, passando de um total de 15 para 18 membros, dos quais 15 são permanentes. A distribuição de docentes/ano é apresentada na Figura 12.

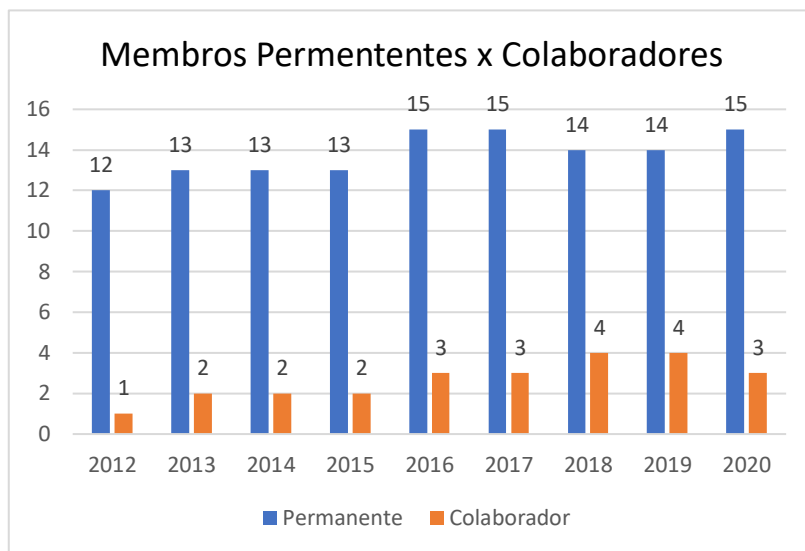


Figura 12 -- Evolução do quadro de membros permanentes e colaboradores ao longo dos anos.

Desde então, e a menos de algumas reconfigurações internas, o número total de docentes e a proporção de membros permanentes e colaboradores se mantiveram. Em comparação com o ano de 2012, o quadro total de membros do programa aumentou em 38%, enquanto o quadro de membros permanentes cresceu em 25%.

Se por um lado esta situação de estabilidade seguida de ligeiro crescimento é bem-vinda, ela esconde dois fatores que têm preocupado a coordenação do PPG-Física nos últimos anos. Em primeiro lugar, o número de docentes seniores e de membros em condições legais de aposentadoria é grande. Dos atuais 15 (quinze) membros permanentes do programa, 2 (dois) já se aposentaram (embora continuem orientando e realizando suas pesquisas regularmente) e outros 3 (três) já possuem condições de solicitar a aposentadoria. Essa fração corresponde a 1/3 do total de membros permanentes, o que é bastante preocupante.

Um segundo problema que aflige o programa é a morosidade por parte do Governo Estadual em repor o quadro de aposentados do Departamento de Física. Entre 2014 e 2019, 3 membros do Programa se aposentaram:

1. Prof. Dr. Ivan Frederico Lupiano Dias, físico experimental e (à época da aposentadoria) bolsista PQ2 do CNPq;
2. Profa. Dra. Santosh Shelly Sharma, física teórica e bolsista PQ2 do CNPq;
3. Prof. Dr. Andrey Bytsenko, físico teórico e bolsista PQ-1D do CNPq.

Esse quadro é ainda mais drástico se considerarmos o Departamento de Física como um todo. Dos 37 docentes efetivos que compunham o departamento em 2012, 15 se aposentaram. Destas aposentadorias, 10 vagas ainda aguardam a realização de concurso.

Não obstante o problema causado pela não reposição de vagas, a demora para a convocação de docentes aprovados em concursos é, por vezes, um problema ainda maior. Como exemplo, os Drs. Pietro Chimenti, Paula Bienzobaz e Pedro Gomes, todos membros ativos do PPG-Física, foram efetivamente contratados pela Universidade somente 2 (dois) anos após a realização dos seus respectivos concursos. Um caso ainda mais drástico é o do Dr. Sandro Vitenti, primeiro colocado em um concurso realizado em setembro de 2015, e contratado em 2020, por meio de um mandado de segurança emitido pela Justiça do Paraná. O Dr. Carlos André Hernaski, segundo colocado neste mesmo concurso e atualmente docente pela Universidade Federal do Paraná (campus de Pato Branco), ainda aguarda uma definição da sua vaga.

Credenciamento e descredenciamento de docentes

Para o credenciamento de novos membros no quadro permanente do programa, o PPG-Física exige do candidato interessado:

1. Curriculum Vitae com, no mínimo, 5 (cinco) artigos publicados nos últimos 3 (três) anos em revistas cuja média dos índices de impacto seja maior ou igual à média do Programa, calculada no triênio correspondente;
2. Experiência de orientação de, no mínimo, 1 (um) aluno de graduação que desenvolveu monografia como requisito para obtenção de grau de bacharel ou de, no mínimo, dois alunos de iniciação científica;
3. Coordenar, no mínimo, 1 (um) projeto de pesquisa aprovado, preferencialmente com recursos alocados e em andamento;
4. Atuação em uma das áreas de concentração do Programa;
5. Atenda a resolução vigente da CAPES no que se refere ao número máximo de Programas de Pós-graduação nos quais o candidato participa.

Para a efetivação do credenciamento, o candidato envia à coordenação do Programa documentos que comprovem o atendimento aos itens acima. A coordenação do programa, então, emite um parecer técnico, o qual é apresentado aos demais membros do programa em reunião colegiada. Por fim, o colegiado do Programa decide se defere ou não a inclusão do candidato.

Analogamente, o descredenciamento de membros do programa acontece quando:

1. Resulta de solicitação pessoal deste membro;
2. Verifica-se a ausência de publicações no triênio de pelo menos 2 (dois) artigos de classificação igual ou superior ao Qualis B2 (tendo como base o Qualis do último triênio) na área de Física da CAPES;

3. Verifica-se a ausência de orientações de alunos no triênio;
4. Verifica-se a não entrega de relatório de atividades e atualização de Currículo Lattes, quando solicitado pelo programa.

Docentes que desejam o credenciamento, mas que não atendem os critérios definidos pelo Programa, podem ser cadastrados como membros colaboradores, desde que a inclusão não acarrete um aumento na proporção de docentes colaboradores (em relação ao número total de docentes) em 20%. Espera-se dos docentes colaboradores, contudo, uma efetiva participação na orientação de alunos e na oferta de disciplinas do Programa.

Uma ressalva importante deve ser feita aqui. Em face da reformulação da atual tabela Qualis da CAPES – sobre a qual, como é de amplo conhecimento da comunidade acadêmica, paira uma enorme dúvida sobre seu novo formato e prazo de divulgação –, bem como da reformulação dos processos de avaliação dos PPGs por parte da CAPES, as regras de credenciamento/descredenciamento do Programa deverão ser revistas pela coordenação do Programa, tão logo conheçamos a nova tabela Qualis e o resultado da avaliação deste quadriênio.

No último quadriênio, o programa descredenciou, por razões de aposentadoria, dois membros:

1. Prof. Dr. Andrei Bytsenko, bolsista PQ-1D do CNPq e aposentado em 2018;
2. Profa. Dra. Shelly Santosh Sharma, bolsista PQ2 do CNPq e aposentada em 2018;

Um terceiro membro permanente do Programa – Prof. Dr. Marcelo Emilio, astrônomo e docente da Universidade Estadual de Ponta Grossa – foi remanejado para a categoria de membro colaborador em 2019. Em 2020, frente a baixa procura de estudantes da UEL por orientações na área de pesquisa do Dr. Emílio, a coordenação do Programa, em comum acordo com o docente, realizou seu descredenciamento.

Neste mesmo quadriênio o programa credenciou três novos docentes, na condição de membros permanentes:

1. Prof. Dr. Jair Scarmínio, bolsista DT2 do CNPq;
2. Prof. Dr. Sandro Dias Pinto Vitenti;
3. Prof. Dr. Carlos André Hernaski.

O Dr. Hernaski é professor efetivo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no campus de Pato Branco, localizado a aproximadamente 500 km de Londrina. Em função de sua pesquisa, que é teórica, o Dr. Hernaski tem feito conduzido a orientação de seus estudantes no formato semipresencial.

Distribuição de orientações

A resolução do PPG-Física penaliza com descredenciamento o docente que não orienta alunos no período de quatro anos. No quadriênio 2017-2020 todos os docentes do programa

orientaram alunos. O total de estudantes titulados no PPG-Física neste quadriênio foi de 48, dos quais 26 são mestres e 19 doutores. Considerando apenas os docentes que permaneceram no programa durante todo o quadriênio (15 membros) isso equivale a uma média de 3,2 alunos por orientador. O número médio de aluno/ano por orientador, novamente considerando apenas os membros cadastrados durante todo o quadriênio, é mostrado na tabela abaixo.

Membro do PPG	Média de orientandos/ano
<i>Alexandre Urbano</i>	3,50
<i>Avacir C. Andrello</i>	2,25
<i>Carlos R. Appoloni</i>	3,50
<i>Edson Laureto</i>	3,25
<i>Eduardo Di Mauro</i>	6,25
<i>Fabio L. Melquiades</i>	4,50
<i>Jose L. Duarte</i>	1,25
<i>Manuel Simões</i>	2,50
<i>Marcello F. Costa</i>	1,75
<i>Mario C. Baldiotti</i>	3,00
<i>Paula F. Bienzobas</i>	2,50
<i>Pedro R. S. Gomes</i>	5,50
<i>Pietro Chimenti</i>	2,75
<i>Sidney A. Lourenço</i>	2,25
<i>Thiago S. Pereira</i>	2,50
Média	3,15
Desvio Padrão	1,36

Tabela 1 -- Média de orientandos por docente por ano.

No que se refere à formação de alunos no quadriênio, e mais uma vez excluindo os docentes que não participaram do programa durante todo o quadriênio, a maioria (14 dentre 15) formaram pelo menos um aluno. Apenas o Prof. Marcello Ferreira da Costa não formou alunos neste quadriênio. Conforme demonstrado no item 6 desta proposta, um estudante de doutorado do Prof. Costa foi diretamente afetado pela pandemia do COVID-19. A Tabela 2 apresenta o número de mestres e doutores que cada membro do programa formou no quadriênio. Nesta tabela, não incluímos orientações do Dr. Andrei Bytsenko e da Dra. Santosh Shelly Sharma, ambos descredenciados (por aposentadoria) no início do quadriênio. Portanto, o total de alunos titulados nesta tabela (45) é menor que o total de alunos titulados no quadriênio (48).

Membro do PPG	Mestres formados no quadriênio	Doutores formados no quadriênio
<i>Alexandre Urbano</i>	2	1
<i>Avacir C. Andrello</i>	0	2
<i>Carlos R. Appoloni</i>	1	5
<i>Edson Laureto</i>	2	1
<i>Eduardo Di Mauro</i>	2	3
<i>Fabio L. Melquiades</i>	2	1
<i>Jair Scarminio</i>	2	1
<i>Jose L. Duarte</i>	1	1
<i>Manuel Simões</i>	1	2
<i>Marcello F. Costa</i>	0	0
<i>Mario C. Baldiotti*</i>	3	0
<i>Paula F. Biezobas*</i>	1	0
<i>Pedro R. S. Gomes</i>	4	0
<i>Pietro Chimenti*</i>	1	0
<i>Sidney A. Lourenço</i>	1	0
<i>Thiago S. Pereira</i>	3	2
Total	26	19

Tabela 2 -- Número de mestres e doutores formados no quadriênio por docente.

Distribuição de atividades didáticas

A grande maioria dos docentes do PPG-Física está envolvida em atividades didáticas da pós-graduação, tanto na oferta de disciplinas obrigatórias quanto na de disciplinas optativas. Dois docentes do Programa – os Drs. Carlos André Hernaski e Sidney Alves Lourenço – são docentes efetivos da Universidade Técnica Federal do Paraná (o Dr. Hernaski no campus de Pato Branco, e o Dr. Lourenço no campus de Londrina). Por isso, a participação destes docentes em atividades de didáticas fica limitada tanto pela distância física, como pelo fato de que estes docentes têm suas cargas horárias definidas pelos seus respectivos departamentos. Não obstante, em função da pandemia do COVID-19, o Dr. Hernaski ofertou uma disciplina de tópicos especiais em 2020, no formato online.

Esta situação, contudo, tem pouco (se algum) impacto para os estudantes destes pesquisadores, que vêm suas demandas por disciplinas amplamente atendidas pelo corpo docente da UEL.

Impacto na Sociedade

Item 3.1 – Impacto da produção intelectual

Fator h dos membros do programa

Em atendimento à solicitação do documento da área de Astronomia/Física da CAPES, apresentamos o fator H de todos os membros permanentes do programa na Tabela 3. Estes dados foram coletados da Plataforma Web-of-Science no dia 14/04/2021.

Docente	Ano de doutoramento	Total de Trabalhos	Total de citações	Fator H
<i>Alexandre Urbano</i>	2002	42	492	13
<i>Avacir C. Andrello</i>	2004	32	111	6
<i>Carlos A. Hernaski</i>	2011	14	125	7
<i>Carlos R. Appoloni</i>	1983	114	781	14
<i>Edson Laureto</i>	2002	74	537	13
<i>Eduardo Di Mauro</i>	1993	34	517	15
<i>Fabio L. Melquiades</i>	2007	53	444	13
<i>Jair Scarminio</i>	1989	29	581	13
<i>José L. Duarte</i>	1990	80	568	13
<i>Manuel S. Filho</i>	1989	74	524	14
<i>Marcello F. Costa</i>	2005	12	74	6
<i>Pedro R. S. Gomes</i>	2013	19	136	6
<i>Sandro P. Vitenti</i>	2011	27	235	10
<i>Sidney A. Lourenço</i>	2004	44	452	13
<i>Thiago S. Pereira</i>	2008	28	646	12

Tabela 3 -- Fator H e número de citações dos membros permanentes do Programa.

Artigos de destaque do quadriênio

Listamos abaixo os 10 artigos de maior destaque publicados no quadriênio e com participação discente, seguidos de uma justificativa para estas escolhas. Apresentamos também o Qualis de cada revista, extraídos da tabela Qualis de julho de 2019. Em que pese o fato de que esta tabela não tenha sido aprovada pela CAPES, ela tem sido usada por vários PPGs em Física como uma referência balizadora. Ademais, espera-se que a tabela Qualis final não deva sofrer mudanças drásticas em relação à essa.

- **Alexandre Urbano**

- **Título:** Influence of the hydrogen content on the optical properties of TiOx thin films
- **Autores:** Amorin, L. H. C.; da Silva Martins, Larissa; Urbano, A.; dos Santos, Caroline Santana; Matos, Roberto; Moro, Marcos Vinicius; da Silva, Tiago Fiorini; Rodrigues, Cleber Lima; Tabacniks, Manfredo Harri
- **Revista:** Journal of materials science – Materials in Electronics
- **Qualis:** A3
- **DOI:** <https://doi.org/10.1007/s10854-019-02685-z>

- **Justificativa:** O artigo trata da diminuição da energia de band gap e consequente aumento na eficiência de fotoconversão para o intervalo de energia de luz visível para filmes finos de óxido de titânio subestequiométricos, possibilitando a construção de dispositivos fotoelétricos ou fotocatalíticos mais eficientes.
- **Carlos R. Appoloni**
 - **Título:** Pigment analysis in four paintings by Vincent van Gogh by portable X-ray fluorescence (pXRF)
 - **Autores:** Rafael Molari, Carlos Roberto Appoloni
 - **Revista:** Radiation Physics and Chemistry
 - **Qualis:** A2
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109336>
 - **Justificativa:** Este foi um dos quatro artigos decorrentes da tese de doutorado de Rafael Molari. Este artigo apresenta o estudo dos materiais empregados nas quatro pinturas de van Gogh do acervo do MASP por fluorescência de raios X portátil, com um sistema de pXRF desenvolvido e patenteado pelo LFNA/UEL. A documentação científica detalhada das pinturas foi entregue ao MASP e ao Museu Van Gogh de Amsterdam, envolvidos no trabalho.
- **Edson Laureto**
 - **Título:** Enhancing the stability of perovskite solar cells through functionalisation of metal oxide transport layers with self-assembled monolayers
 - **Autores:** Helder Anizelli; Tudur Wyn David; Priyanka Tyagi; Edson Laureto; Jeff Kettle
 - **Revista:** Solar Energy
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.04.035>
 - **Qualis:** A1
 - **Justificativa:** Este trabalho foi resultado do doutorado sanduíche do estudante Helder S. Anizelli, sob minha orientação, desenvolvido na Universidade de Bangor, UK, fruto de uma colaboração internacional do grupo de Óptica e Optoeletrônica da UEL.
- **Eduardo Di Mauro:**
 - **Título:** Monitoring free radicals formation in the biodiesel oxidation reaction via electronic paramagnetic resonance
 - **Autores:** Mantovani, Ana Carolina Gomes; Chendynski, Letícia Thaís; Salviato, Aroldo; Borsato, Dionísio; Santana, Vinicius Tadeu; Di Mauro, Eduardo
 - **Revista:** FUEL
 - **Qualis:** A1
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.03.114>
 - **Justificativa:** O artigo mostra o uso de EPR para o monitoramento da formação de radicais livres em biodiesel. Um trabalho inédito no estudo de biodiesel, e publicado numa revista de alto fator de impacto.
- **Fábio L. Melquiades**
 - **Título:** EDXRF spectral data combined with PLSR to determine some soil fertility indicators.
 - **Autores:** DOS SANTOS, FELIPE R. ; OLIVEIRA, J. F. ; BONA, E. ; SANTOS, J. V. F. ; BARBOSA, G. M. C. ; MELQUÍADES, FÁBIO LUIZ

- **Revista:** Microchemical Journal
- **Qualis:** A3
- **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104275>
- **Justificativa:** Trata-se de um artigo que reporta os resultados parciais do doutorado de Felipe R. dos Santos. O estudo indica uma metodologia alternativa para determinação de parâmetros de fertilidade de solos agrícolas por espectrometria de raios X, de forma rápida e sem uso de reagentes químicos. O desdobramento do estudo tem aplicação direta no setor do agronegócio.
- **Jair Scarmínio**
 - **Título:** Closed-loop process to recover Li and Co compounds and to resynthesize LiCoO₂ from spent mobile phone batteries
 - **Autores:** Caroline Santana dos Santos; João Carlos Alves; Stephany Pires da Silva; Lucas Evangelista Sita; Paulo Rogério Catarini da Silva; Lucio César de Almeida; Jair Scarmínio
 - **Revista:** Journal of Hazardous Materials
 - **Qualis:** A1
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.09.039>
 - **Justificativa:** o trabalho descreve um processo original de recuperação de compostos de Li e Co a partir de catodos LiCoO₂ extraídos de baterias descartadas de íons de lítio, além da ressíntese desse composto para novas baterias, sendo, portanto, de importância prática dentro dos princípios da economia circular e sustentabilidade.
- **José L. Duarte**
 - **Título:** White electroluminescence based on PFO:CdSe(ZnS):P3OT hybrid blends
 - **Autores:** RENZI, W.; CORDEIRO, N.J.A ; LAURETO, E.; URBANO, A.; da SILVA, P.R.C.; Duarte, J.L. .
 - **Revista:** Synthetic Metals
 - **Qualis:** A2
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2018.01.005>
 - **Justificativa:** Nesse trabalho nós construímos diodos emissores de luz branca utilizando uma blenda híbrida inédita desenvolvida por nós com os polímeros PFO e P3OT e nanopartículas de CdSe(ZnS), que é produzida facilmente por solução. Com essa blenda híbrida obtivemos dispositivos de emissão branca perfeitamente balanceada, com coordenadas CIE (0.33:0.33), que é a condição ideal, utilizando baixas voltagem e corrente. Assim, essa blenda é muito atraente para fabricar painéis de iluminação de baixo custo, flexíveis, produzidos facilmente por solução, e podendo ser feito em grandes áreas. Esse trabalho fez parte da tese de doutorado de Wesley Renzi.
- **Pedro R. S. Gomes**
 - **Título:** From quantum wires to the Chern-Simons description of the fractional quantum Hall effect
 - **Autores:** Fontana, W. B.; Gomes, Pedro R. S.; Hernaski, C. A.
 - **Revista:** PHYSICAL REVIEW B (Rapid Communications)
 - **Qualis:** A2

- **DOI:** <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.99.201113>
- **Justificativa:** Demonstramos uma conexão entre duas abordagens distintas utilizadas na descrição do paradigmático efeito Hall quântico fracionário: a descrição microscópica conhecida como quantum wires e a abordagem via teoria efetiva dada em termos de uma teoria topológica de Chern-Simons. Foi a primeira vez que foi demonstrada uma relação explícita entre as duas teorias. O artigo foi publicado em PRB na forma de uma Rapid Communication, que é destinada a artigos com resultados importantes e que precisam ter o processo de publicação acelerado.
- **Sidney A. Lourenço**
 - **Título:** Effect of intermediate phases on the optical properties of PbI₂-rich CH₃NH₃PbI₃ organic–inorganic hybrid perovskite
 - **Autores:** Alonso Wollmersheiser Sanches; Marco Aurélio Toledo da Silva; Neusmar Junior Artico Cordeiro; Alexandre Urbano; Sidney Alves Lourenço
 - **Revista:** Physical Chemistry Chemical Physics
 - **Qualis:** A2
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1039/C8CP06916F>
 - **Justificativa:** Trata-se de estudo das fases intermediárias em filmes de perovskitas orgânica-inorgânica CH₃NH₃PbI₃. O entendimento e controle destas fases é crucial para se construir dispositivos fotovoltaicos e fotodetectores eficientes de perovskitas híbridas. Este foi o primeiro trabalho do grupo sobre este material que está sendo usado para a construção de dispositivos eletro-ópticos no grupo de pesquisa.
- **Thiago S. Pereira**
 - **Título:** Two-point Correlation Functions in Inhomogeneous and Anisotropic Cosmologies
 - **Autores:** Marcori, Oton H.; Pereira, Thiago S.
 - **Revista:** Journal of Cosmology and Astroparticle Physics
 - **Qualis:** A3
 - **DOI:** <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2017/02/032>
 - **Justificativa:** Trata-se de um artigo contendo uma técnica original para o estabelecimento da dependência funcional de funções de correlações de N-pontos em modelos cosmológicos. O estudo aponta novas direções de estudo na conexão entre correlações não-gaussianas em universos homogêneos de um lado e, de outro, correlações gaussianas em universos inhomogêneos. É resultado da tese de doutorado do estudante Oton Henrique Marcori e foi publicado em uma revista conhecida da área, com fator de impacto 5.210.

Item 3.2 – Impacto Social

Interface com a graduação

Em 2009, o Conselho de Administração (CA) da Universidade Estadual de Londrina aprovou uma resolução (resolução CA 180/2009, [disponível aqui](#)) que estabelece, entre outras coisas, uma carga horária obrigatória mínima de 8 horas/semana/ano de atividades didáticas por docente. De acordo com esta resolução, as atividades didáticas são compostas de:

1. Carga horária destinada aos cursos de graduação;
2. Carga horária destinada à orientação de Trabalhos de Conclusão de Curso, dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado.

Em particular, em seu artigo sexto (primeiro parágrafo), a resolução do CA estabelece que todo docente deve ministrar, no mínimo, 4 horas/semana/ano de aulas na graduação. Dessa forma, todos os docentes do PPG-Física, permanentes ou não, participam ativamente das atividades de graduação do Departamento. A divisão de carga horária e, em particular, a atribuição de disciplinas aos docentes, é feita pela chefia do departamento. Tipicamente, as disciplinas são atribuídas em função da expertise de cada docente. Porém, não é incomum que docentes da área experimental lecionem disciplinas teóricas, e vice-versa.

A existência de uma carga horária obrigatória de 4 horas/semana/ano de disciplinas na graduação tem aspectos negativos e positivos. Um aspecto negativo é que, por serem obrigatórias, essas disciplinas devem ser ministradas em concomitância com disciplinas da pós-graduação. Dessa forma, o docente responsável por uma disciplina obrigatória na pós-graduação e que queira ofertar disciplinas optativas aos alunos do seu grupo de pesquisa se verá com uma carga horária de, pelo menos, de 12 horas/semana em um dado semestre. Isso não inclui, evidentemente, o tempo de preparo das aulas e de atendimento extraclasse. A alta carga horária docente é um dos principais problemas do PPG-Física, o qual está sendo abordado no nosso projeto de autoavaliação (mais sobre isso no item 1.4 desta proposta).

Um aspecto positivo desta interação com a graduação é a oportunidade de orientar alunos de Iniciação Científica, os quais, na maioria das vezes, se tornam alunos de mestrado e doutorado do Programa. Dessa forma, o docente do PPG vê nas disciplinas de graduação uma excelente janela para a exposição de resultados e produtos oriundos da Pós-graduação. Em média, cada docente do programa orienta 3 alunos de IC/ano, a maioria dos quais possui bolsas de estudo. A recíproca deste cenário também é verdadeira: a maioria dos estudantes de IC do Departamento está ligada a algum grupo de pesquisa da pós-graduação. De fato, percebe-se que os alunos dão preferência pela orientação por parte de membros do PPG.

Outra face importante da interação PPG/graduação está na disciplina de Estágio Docência, obrigatória para os alunos do PPG. Em função desta disciplina, todos os pós-graduandos têm contato, em algum momento, com o ensino dos alunos de graduação. O docente responsável pela disciplina acompanha o mestrando/doutorando na elaboração do plano de aulas, andamento do curso, atendimento aos alunos e na aplicação e correção de avaliações. O docente também supervisiona as aulas práticas e teóricas. Uma pauta é preenchida individualmente para cada mestrando, onde consta carga horária das atividades, que são de 30 horas, correspondente a 02 créditos; no caso dos doutorandos a carga horária é o dobro: 60 horas e 04 créditos.

Atividades de divulgação

Um outro indicador explícito da integração da pós-graduação com a graduação é a Semana da Física. Este evento, de caráter anual, tem sido efetivamente organizado por alunos de iniciação científica e com auxílio financeiro da Pós-graduação. Nos últimos anos, a Semana da Física tem se preocupado cada vez mais em abrir espaço para palestras e minicursos ofertados por nossos pós-graduandos. Isso não só representa a oportunidade de um primeiro contato com a divulgação de resultados científicos – prática corrente na vida de qualquer cientista – como também aproxima ainda mais os alunos de graduação e pós-graduação.

Projetos de extensão

No que se refere à interface com aos estudantes do ensino médio, destacamos a idealização e realização, por membros do PPG, do projeto "Física para o ensino médio - buscando talentos". O projeto tem como objetivos: i) aumentar a visibilidade do curso de física da UEL e ii) facilitar a transição dos alunos do ensino básico para o ensino superior em ciências exatas, transição essa que é uma conhecida causa de evasão dos cursos de Física. O projeto é subdividido em 3 partes: pré-curso, curso e pós-curso. No pré-curso, os alunos são orientados a iniciar os trabalhos de estudo à distância; quando em curso, os alunos se reúnem com os professores para assistirem palestras de formação básica no tema escolhido, palestras de grupos de pesquisa e visitação aos respectivos laboratórios de pesquisa; em pós-curso pretende-se manter o contato com os alunos instigando-os a participarem, ou organizarem, feiras e clubes de ciências em seus respectivos colégios, e a participar de projetos de iniciação científica júnior. A aproximação dos alunos secundaristas com os profissionais do ensino superior, bem como com os laboratórios de pesquisa do departamento de física da UEL, promove o interesse de jovens interessados pelas áreas científicas. Em sua terceira edição, ocorrida em agosto de 2017, os temas apresentados cobriram as áreas de Astrofísica, Gravitação e Cosmologia, Matéria Condensada e Física Nuclear Aplicada. Participaram desta edição do evento os seguintes membros do Programa de Pós-graduação: Alexandre Urbano (idealizador e coordenador do evento), Avacir Casanova Andrello, Edson Laureto, Pietro Chimenti e Thiago dos Santos Pereira. Mais detalhes sobre o evento podem ser encontrados [neste link](#).

Interface com a educação básica

A Universidade Estadual de Londrina mantém um Programa de Iniciação Científica Junior, destinados a alunos secundaristas da rede pública. Em 2020, foram 52 bolsas do CNPq destinadas a estudantes do primeiro e segundo anos do ensino médio. De acordo com a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, o objetivo do Programa é “Despertar vocação científica e incentivar talentos potenciais entre estudantes do ensino médio da Rede Pública de Ensino, mediante sua participação em atividades de pesquisa científica ou tecnológica, orientadas por pesquisador qualificado, em projetos de pesquisa cadastrados e em execução na UEL.” Em

função da pandemia da COVID-19, em 2020 os estudantes receberam bolsas de três meses de duração para acompanhar um docente do Departamento no desenvolvimento de suas pesquisas. Dentre os docentes do PPG-Física, quatro membros orientaram alunos nesta modalidade no último ano:

- Alexandre Urbano;
 - Estudante: Fernando Yudi Obara
 - Escola: Instituto Federal do Paraná
- Edson Laureto;
 - Estudante: Guilherme Camargo Antonelli
 - Escola: Instituto Federal do Paraná
- Fábio L. Melquiades;
 - Estudante: Evelyn Cristina Almeida do Carmo
 - Escola: Instituto Federal do Paraná
- Sandro Dias Pinto Vitenti;
 - Estudante: João Victor de Oliveira
 - Escola: Instituto Federal do Paraná
- Thiago Pereira;
 - Estudante: Jean Wilson Silva
 - Escola: Instituto Federal do Paraná

A predominância de estudantes dos Institutos Federais (IFs) não é acidental, e resultou de um acordo da UEL com esta instituição no último ano. Porém, no que se refere à interface do Programa com a educação básica, é interessante notar que vários egressos do PPG-Física atuam como docentes de IFs do Paraná e de Santa Catarina, dentre estes:

1. Elder Mantovani Lopes, doutor pelo Programa em 2009 e docente do Instituto Federal Catarinense desde 2014;
2. Isaias Venâncio da Luz Filho, doutor pelo Programa em 2014 e docente do Instituto Federal do Paraná desde 2016;
3. Josefa Surek de Souza, doutora pelo Programa em 2009 e docente do Instituto Federal Catarinense desde 2010;
4. Leonardo Carmezini Marques, doutor pelo Programa em 2012 e docente do Instituto Federal do Paraná desde 2012;
5. Jaquiel Salvi Fernandes, doutor pelo Programa em 2009 e docente do Instituto Federal Catarinense desde 2011;
6. Marcelo Estevam, doutor pelo Programa em 2016 e docente do Instituto Federal do Paraná desde 2016;
7. Wesley Renzi, doutor pelo Programa em 2019 e docente do Instituto Federal do Paraná desde 2018.

Os IFs (Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia) são centros de ensino básico, profissionalizante e superior, com campi espalhados por todo o Brasil. A filosofia dos IFs é o ensino multidisciplinar, com enfoque na formação profissional e tecnológica. A colocação de egressos do nestes centros demonstra o sucesso do PPG-Física na transferência qualificada do conhecimento em todos os seus níveis.

Projetos de cooperação

Como indicador de cooperação, vale destacar que nosso programa faz parte da iniciativa PAEC/OEA/GCUB. Trata-se do *Programa de Alianzas para la Educación y la Capacitación (PAEC)*, estabelecido entre a Organização dos Estados Americanos (OEA) e o Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) com o apoio da Divisão de Temas Educativos do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Como membro participante deste programa, nosso PPG ofereceu, no ano de 2018, uma (01) bolsa de mestrado, -- dentre aquelas disponíveis ao PPG por meio de quotas da CAPES (demanda social) -- ao estudante venezuelano Said José Lantigua Lopez. Em função de outras bolsas disponibilizadas a este programa no quadriênio anterior (2013-2016), a participação do PPG-Física nesta colaboração estabeleceu uma porta de entrada para estudantes de outros países da América Latina. No presente quadriênio, o PPG-Física atraiu diretamente (i.e., sem o auxílio do programa PAEC) cinco estudantes da Colômbia:

- Luis Felipe Pineros Rico
- Andres David Pardo Perdomo
- Marcos Antonio Jaraba Rodriguez
- Daniel Andres Sanchez Lopes
- Daina Dayana Arenas Buelvas

Item 3.3 – Internacionalização, inserção e visibilidade

Internacionalização

Por se tratar de um programa de pequeno porte e localizado em uma cidade do interior, a capacidade do PPG-Física em atrair alunos, pós-doutores e docentes do exterior é bastante dependente de aportes financeiros por parte dos governos estadual e federal. Estes, como sabemos, vêm sofrendo cortes sistemáticos desde 2015. Não obstante, o programa tem tido sucesso em promover o intercâmbio de recursos humanos do exterior graças, em grande medida, às iniciativas individuais dos seus membros.

No quadriênio passado, o então coordenador do PPG-Física, Dr. Eduardo Di Mauro, realizou um trabalho de divulgação do nosso Programa em diversas universidades de países da América Latina. Graças a este trabalho e à participação do PPG-Física em iniciativas como o programa PAEC/OEA/GCUB, nosso programa vem atraindo estudantes de diversos países da América do Sul. Nos últimos 4 anos recebemos 13 estudantes de países estrangeiros, o equivalente a 18% do total de matrículas neste período. Estes estudantes são provenientes da Colômbia (61%), Venezuela, Bolívia e Paraguai (31%). Também recebemos neste quadriênio um estudante do Paquistão.

Conforme se comprova pelas nossas publicações, os membros do PPG-Física mantém colaborações com várias instituições da América Latina, Estados Unidos e da Europa. Dentre estas, destacamos:

- Museo Tumba Reales de Sipán – Peru;
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – Chile;
- Universidad Antonio Nariño – Colômbia;
- Institute d'Astrophysique de Paris – França;
- Université Catholique de Louvain – Bélgica;
- Boston University – EUA.;
- Paul Scherrer Institut – Suíça;
- Karlsruhe Institute of Technology – Alemanha;
- School of Computer Science and Electronic Engineering – Reino Unido;

Embora informais, essas colaborações são bastante ativas e altamente profícuas. Prova disso é que elas facilitam o estabelecimento de estágios sanduíche por parte dos nossos estudantes de doutorado. Neste quadriênio, foram 05 (cinco) estudantes beneficiados com bolsas de sanduíche CAPES/PDSE e que puderam, graças a estas colaborações, desenvolver parte de suas teses em instituições de grande prestígio internacional, e em colaboração com cientistas que são expoentes em suas áreas de atuação. Listamos a seguir estes estudantes, seus projetos de pesquisa

- Weslei Bernardino Fontana:
 - Orientador: Dr. Pedro R. S. Gomes;
 - Universidade anfitriã: Boston University (Boston, EUA);
 - Supervisor: Dr. Claudio Chamon;
- Oton Henrique Marcori:
 - Orientador: Dr. Thiago S. Pereira;
 - Universidade anfitriã: Institute d'Astrophysique de Paris (Paris, França);
 - supervisão do Dr. Jean-Philippe Uzan;
- Luis Gustavo Tomaz Silva:
 - Orientador: Dr. Andrei Bytsenko;
 - Universidade anfitriã: Institut de Ciències de l'Espai (Barcelona, Espanha);
 - Supervisão: Dr. Sergei Odinstov;
- Neusmar Junior Artico Cordeiro:
 - Orientador: Dr. Sidney A. Lourenço
 - Universidade anfitriã: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Lisboa, Portugal);
 - Supervisão: Dr. Rodrigo Ferrão de Paiva Martins;
- Helder Scapin Anizelli:
 - Orientador: Dr. Edson Laureto;
 - Universidade anfitriã: School of Electronic Engineering da Universidade (Bangor, Reino Unido);
 - Supervisão: Dr. Jeffrey Kettle;

É importante ressaltar que existe uma demanda suprimida por bolsas sanduíche pelos estudantes do nosso programa. De fato, no que dependesse apenas do nosso PPG, o número de bolsistas em intercâmbio no exterior neste quadriênio poderia ter sido o dobro do atual.

Ainda no quesito colaboração, dois membros do nosso PPG fazem parte de grandes redes de pesquisa internacional. O Dr. Sandro D. P. Vitenti é membro do levantamento Legacy Survey of Space and Time (LSST) como “pipe-line scientist”. Trata-se de um levantamento observacional que fará medidas no ótico em seis diferentes bandas por 10 anos, fornecendo assim uma enorme quantidade de dados de interesses astrofísico e cosmológico. O Dr. Vitenti também faz parte das equipes científicas do levantamento J-PAS (levantamento ótico localizado em Pico del Buitre em Sierra de Javalambre na Espanha) e Dark Energy Survey (DES). Já o Dr. Pietro Chimenti faz parte da colaboração Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO). O JUNO é um observatório de neutrinos atualmente em construção na região de Jiangmen, no sul da China. Trata-se de um projeto de grande porte com um custo de construção estimado de 400 milhões de dólares, e um dos maiores projetos científicos com liderança chinesa. Os objetivos principais do experimento são a determinação do ordenamento das massas dos neutrinos e medidas de precisão dos parâmetros de oscilação. A UEL participa da colaboração desde 2016, estando envolvida principalmente em atividades de simulação e análise de dados. Como resultado destas colaborações, esperamos incluir alunos de mestrado e doutorado em um ambiente de colaboração científica internacional de ponta.

No que se refere a pós-doutorandos, o PPG-Física não recebeu bolsistas do exterior no quadriênio 2017-2020. De fato, nossa única bolsa de pós-doutorado está bloqueada pela CAPES desde o começo de 2020.

Inserção

Conforme relatado anteriormente, 18% dos estudantes matriculados no PPG-Física no último quadriênio são provenientes de outros países. Dentre os estudantes brasileiros matriculados neste período, a grande maioria é egressa do ensino médio de escolas públicas da região metropolitana de Londrina. Isso o que inclui cidades vizinhas como Cambé, Ibiporã, Rolândia, Cornélio Procopio e Sertãoópolis. Entretanto o programa também tem atraído estudantes de outras cidades do estado, como Maringá e Guarapuava, bem como de cidades do interior de São Paulo (Bauru e Presidente Prudente).

Visibilidade

O PPG-Física mantém um site (uel.br/pos/fisica/portal) onde o visitante pode encontrar informações relevantes, tais como linhas de pesquisa, editais de seleção de novas turmas, de bolsas (e.g., sanduíche, pós-doc) e de concursos de tese (e.g., Prêmio CAPES de tese), informações sobre créditos e ementas de disciplinas, além de formulários gerais e resoluções do Programa. O visitante do site também encontrará um link de acesso para as Teses e Dissertações defendidas no Programa através do Portal de Teses da Biblioteca Central da UEL (www.bibliotecadigital.uel.br/document/list.php?tid=36). A coordenação também mantém uma página do Programa no Facebook (<https://pt-br.facebook.com/uelppgfisica/>) onde todos

os editais de seleção são divulgados. Uma versão do site em língua inglesa está atualmente em desenvolvimento, e esperamos tê-la pronta ainda no primeiro semestre de 2021.

As atividades de ensino e pesquisa do Departamento de Física, o que inclui a pós-graduação, são também temas frequentes da mídia londrinense, como podemos ver [aqui](#), [aqui](#), [aqui](#) e [aqui](#).

Como exemplo pontual de iniciativa direcionada à visibilidade e inserção social, podemos destacar o evento “Pint of Science”, considerado o maior festival de divulgação científica do mundo. O evento é formado por uma rede internacional de pesquisadores cujo objetivo é aproximar a sociedade das pesquisas que são realizadas nas universidades e institutos de pesquisa. O diferencial do evento é fazer com que cientistas se reúnam com o público em ambientes informais, como bares, restaurantes e cafés, para conversar sobre suas pesquisas. Um tema é escolhido para cada dia e local do evento e pesquisadores de áreas diferentes são convidados para expor seus trabalhos. O *Pint of Science* surgiu em 2013 na Inglaterra e chegou em 2015 no Brasil. Em Londrina, o evento resultou de uma iniciativa dos Drs. Carlos Appoloni (membro sênior do PPG-Física) e Eduardo Inocente Jussiani (egresso do programa e professor colaborador do departamento), e sua primeira edição aconteceu em 2018. Os estudantes do PPG-Física são estimulados a participar da comissão organizadora e, na última edição, o PPG-Física contou com a participação de 04 estudantes. Nas suas duas primeiras edições, de 2018 e 2019, o braço londrinense do evento teve um público de 500 e 750 pessoas, respectivamente. Alguns registros Fotográficos da edição de 2019 estão disponíveis [neste link](#). A edição londrinense do Pint of Science tem recebido ampla divulgação nos veículos de comunicação. Na edição de 2019, houve divulgações em todos os canais de comunicação da Universidade (Jornal, Rádio, TV, lista de e-mail), na [Agência de Notícias do Governo do Estado do Paraná](#), em redes sociais [de influenciadores digitais locais](#), além de veículos de comunicação locais, como a [Folha de Londrina](#), [TV Tarobá](#) (afiliada da Rede Bandeirantes), [Rede Massa](#) (afiliada do SBT) e [Rádio CBN](#).

No âmbito nacional, a visibilidade do PPG-Física está atrelada à visibilidade da UEL. Por se tratar da maior universidade estadual do Paraná, a UEL é uma referência nacional no ensino de graduação e pós-graduação. No último rank da Folha de São Paulo (2019), a Universidade Estadual de Londrina ficou posicionada na vigésima terceira posição dentre as instituições mais bem avaliadas, incluindo universidades estaduais e federais. Já o curso de física da UEL ficou no vigésimo primeiro lugar dentre os melhores cursos de física do Brasil. Nos quesitos pesquisa, inovação e internacionalização, a UEL encontra nas posições de número 28, 38 e 50, respectivamente. (Fonte: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/>).

Histórico e Contextualização do Programa

O Norte do Paraná constitui um todo homogêneo do ponto de vista físico, humano, social e econômico. A chamada região da “terra roxa” deu coesão a uma das mais dinâmicas sociedades do interior do País. Este povo vem contribuindo de forma decisiva para melhorar a economia do estado do Paraná – o quinto PIB do Brasil – meta que foi atingida com uma população em torno de onze milhões de habitantes – o sexto maior estado da federação. A

cidade de Londrina, a segunda maior do Estado e a quarta da Região Sul, surgiu a partir da riqueza gerada pela cafeicultura e atualmente demonstra grande diversificação nas atividades produtivas, tecnológicas e culturais. Londrina é o grande polo da região Norte, com vocação majoritária na agricultura, pecuária e serviços, um universo de aproximadamente quatro milhões de habitantes, tendo a Universidade Estadual de Londrina como uma das molas propulsoras da formação e preparo de profissionais em várias áreas do saber nos níveis de graduação e de pós-graduação. Foi neste cenário que surgiu o projeto de um Programa de Mestrado acadêmico em Física no ano de 1996, seguido pela criação do Programa de Doutorado em 2009. Histórico do curso: O Mestrado acadêmico em Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL) existe desde 1996. Em 2000 começou a funcionar um Doutorado Associado em Física, então composto por docentes do Departamento de Física da UEL e Docentes do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Esta situação perdurou até 2008, quando o Departamento de Física da UEM postulou, e teve aprovada, a criação de um Programa de Mestrado e Doutorado exclusivo daquele Departamento. Este fato efetivamente desfez a Associação entre os programas da UEL e UEM. Em 2009 o departamento de Física da UEL tem aprovada sua proposta de um programa de Doutorado independente, o qual está em pleno funcionamento desde então. Em sua quase primeira década de atuação conjunta, o Programa de Mestrado e Doutorado em Física da UEL passou por vários desafios e inúmeras conquistas. Apesar das dificuldades política, geográfica e econômica, a atuação enérgica dos membros do programa contribuiu efetivamente para que este se estabelecesse como uma referência no interior dos Estados do Paraná e São Paulo, sendo também reconhecido por estudantes e pesquisadores de países limítrofes ao Brasil, notadamente a Colômbia, Paraguai e Venezuela. A partir do ano de 2010, o Departamento de Física da UEL vê iniciar uma fase de renovação do seu corpo docente, a qual se intensifica nos anos de 2015 e 2016. Tal renovação foi possível, em parte, graças à reposição por aposentadorias de docentes contratados na década de 60 e 70 – grupo que concentra boa parte dos pioneiros do departamento – e, em menor parte, devido à um crescimento legítimo do quadro de docentes permanentes do departamento. Destaca-se que este ciclo de renovação ainda está acontecendo e, espera-se, seja intensificado nos próximos anos com a reposição de novas aposentadorias. Hoje, o Programa de Pós-graduação em Física se destaca pela concentração de jovens doutores, em boa parte bolsistas de produtividade, atuantes em suas respectivas áreas de pesquisa e com significativa inserção no cenário científico nacional e internacional. Este cenário, combinado com a experiência científica e administrativa dos membros seniores, deu fôlego novo ao Programa, o que também é perceptível pelos alunos, uma vez que se verifica um aumento significativo no número de estudantes ingressantes nos últimos anos.

Impacto do COVID nas ações do Programa

A pandemia causada pelo COVID-19 teve um impacto profundo sobre as atividades administrativas, didáticas e científicas do PPG-Física.

Em maio de 2020, quando os primeiros casos de mortes no Brasil começaram a ser noticiados, a comunidade da UEL se viu forçada a paralisar total ou parcialmente vários de seus serviços e atividades. Em particular, o calendário acadêmico das atividades de graduação ficou suspenso por quatro meses, entre março e junho de 2020. Em julho de 2020, as atividades de ensino da

graduação voltaram a funcionar, porém no formato online, o qual se mantém até a presente data. O decorrente atraso no calendário da graduação impactou negativamente a entrada de novos alunos no Programa, visto que a maior parte dos nossos pós-graduandos são egressos do curso de Física da UEL.

Os alunos de mestrado e doutorado do Programa que foram afetados pela pandemia tiveram a oportunidade de estender o prazo das suas bolsas, sendo de 06 meses a prorrogação concedida pela CAPES e de 03 meses pelo CNPq. Embora o benefício para os alunos afetados seja evidente, essa prorrogação não foi possibilitada por um aporte financeiro extra por parte das agências de fomento, mas pela própria cota de bolsas do Programa. Consequentemente, o ciclo natural de entrada/saída de bolsistas foi desequilibrado, fazendo com que alguns alunos tenham que esperar um tempo maior para a implementação de bolsas.

O calendário acadêmico do PPG-Física não foi suspenso por conta da pandemia. Porém, todas as atividades de ensino e orientações estão sendo feitas no formato online desde março de 2020. O Programa também observou um aumento significativo (e esperado) nos pedidos de prorrogação de prazos de defesa. Em 2020, foram feitos 02 pedidos de prorrogação de prazos de alunos de mestrado, e 09 de alunos de doutorado, todos motivados diretamente pelo COVID-19. Antes da pandemia, o número médio de pedidos de prorrogação era da ordem de 01 pedido por ano no doutorado, e 01 pedido a cada dois anos no mestrado.

A pandemia impactou as atividades experimentais do Programa em vários aspectos. Com o *lockdown* implementado em meados de março de 2020, muitos estudantes tiveram de retornar, por razões pessoais, às suas cidades de origem, o que prejudicou o andamento das pesquisas. Também pesaram negativamente: a impossibilidade dos estudantes de realizarem trabalhos de campo e estágios no exterior (em particular, a estudante de doutorado Débora Rodrigues Rocha, contemplada com 12 meses de bolsa do CNPq para desenvolver seu doutorado sanduíche na Espanha, ainda aguarda a melhora da situação mundial para iniciar o estágio), a imposição de restrições ao uso compartilhado dos laboratórios de pesquisa e o atraso nos trâmites burocráticos para aquisição de insumos/material de consumo; esse último problema, em particular, decorre diretamente da suspensão (total ou parcial) das atividades administrativas da UEL. Juntos, estes fatos impediram que as atividades experimentais transcorressem normalmente. Posteriormente, com a autorização por parte das autoridades administrativas da UEL, as atividades de pesquisa puderam ser retomadas presencialmente seguindo as regras de higienização e limitação do número de pessoas nos laboratórios. No entanto, o ritmo das atividades de pesquisa não é o mesmo de antes da pandemia. No geral, a necessidade de isolamento social comprometeu a rotina dos laboratórios de pesquisa, tornou morosa a condução de projetos e impediu a conclusão de trabalhos de defesa, especialmente dos estudantes em grupo de risco.

Por outro lado, a situação de enclausuramento imposta pela pandemia também trouxe aspectos positivos. A possibilidade de realizar defesas no formato 100% remoto flexibilizou bastante a composição das bancas. A manutenção deste formato permitirá, inclusive, a composição de bancas com membros de fora do Brasil, o que contribuirá de maneira inédita e inesperada para a formação do aluno e a internacionalização do Programa. Um outro fenômeno decorrente da pandemia foi a proliferação de seminários e conferências online, muitas vezes com a

participação de expoentes da Física mundial, e que estariam de outro modo inacessível aos alunos do nosso PPG.

Outras Informações

Publicações selecionadas

Devido à limitação de 40.000 caracteres imposta pela Plataforma Sucupira em cada item da Proposta, listamos aqui as publicações dos grupos de pesquisas que foram citadas no item 1.1. A numeração segue a mesma apresentada no item 1.1.

Seleção de publicações do grupo de Matéria Condensada

- [1] DA SILVA, STEPHANY PIRES; SITA, LUCAS EVANGELISTA; DOS SANTOS, CAROLINE SANTANA; SCARMINIO, Jair. Effects on the phases and crystalline structures of LiCoO₂ cathode under thermal treatments up to 400-°C. JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, v. 810, p. 151933-151941, 2019.
- [2] DA SILVA, STEPHANY PIRES; SITA, LUCAS EVANGELISTA; DOS SANTOS, CAROLINE SANTANA; PAVONI, FERNANDO HENRIQUE; DE SANTANA, HENRIQUE; ANDRELLO, AVACIR CASANOVA; DA SILVA, PAULO ROGÉRIO CATARINI; SCARMINIO, J.; Physical and chemical characterization of LiCoO₂ cathode material extracted from commercial cell phone batteries with low and high states of health. MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS, v. 213, p. 198-207, 2018.
- [3] AMORIN, L. H. C.; DA SILVA MARTINS, LARISSA; URBANO, A.; DOS SANTOS, CAROLINE SANTANA; MATOS, ROBERTO; MORO, MARCOS VINICIUS; DA SILVA, TIAGO FIORINI; RODRIGUES, CLEBER LIMA; TABACNIKS, MANFREDO HARRI. Influence of the hydrogen content on the optical properties of TiO_x thin films. JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE-MATERIALS IN ELECTRONICS, v. 31, p. 1672-1680, 2020.
- [4] SANCHES, ALONSO W. P.; DA SILVA, MARCO A. T.; CORDEIRO, NEUSMAR J. A.; URBANO, ALEXANDRE; LOURENÇO, SIDNEY A. Effect of intermediate phases on the optical properties of PbI₂ CH₃NH₃PbI₃ organic-inorganic hybrid perovskite. PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS, v. 21, p. 5253-5261, 2019.
- [5] BAÚ, JOÃO P.T.; ANIZELLI, PEDRO R.; DE SANTANA, HENRIQUE; DA COSTA, MARCELLO F.; ZAIA, DIMAS A.M. An experimental and theoretical vibrational study of the interaction of cytosine and uracil with artificial seawaters: A prebiotic chemistry experiment. VIBRATIONAL SPECTROSCOPY, v. 101, p. 92-99, 2019.
- [6] RENZI, WESLEY; LAURETO, EDSON; DUARTE, J. L.; Marcello F. da Costa; SILVA, M. A. T.; CORDEIRO, NEUSMAR J.A.; Moraes, Thais; SANTANA, H.; Theoretical and experimental study of PTDPV optical and vibrational properties and its application in white electroluminescent blends. SYNTHETIC METALS, v. 251, p. 49-56, 2019.

- [7] RENZI, WESLEY; CORDEIRO, NEUSMAR J.A.; DE SANTANA, HENRIQUE; Costa, Marcello F.; DA SILVA, MARCO A. T.; LAURETO, EDSON; DUARTE, JOSÉ L. Exploring the experimental photoluminescence, Raman and infrared responses and density functional theory results for TFB polymer. *SYNTHETIC METALS*, v. 236, p. 24-30, 2018.
- [8] ARCOLEZI, G.M.; LUDERS, D.D.; SAMPAIO, A.R.; SIMOES FILHO, M.; BRAGA, W.S.; SANTOS, O.R.; PALANGANA, A. J.; KIMURA, N.M. Computational method to determine the pitch length in cholesteric liquid crystals. *JOURNAL OF MOLECULAR LIQUIDS*, v. 298, p. 111752, 2020.
- [9] Simões, M.; PAZETTI, M.; Yamaguti, K.; PALANGANA, A.J. Liquid-liquid transition as a perturbation on the van der Waals' equation. *JOURNAL OF MOLECULAR LIQUIDS*, v. 319, p. 114205, 2020.

Seleção de publicações do grupo de Física Nuclear Aplicada

- [1] ZACARÍAS HERRERA, EDHER; CASANOVA ANDRELLO, AVACIR; APPOLONI, Carlos Roberto. Study of Araucaria angustifolia nuts by Gamma-ray and X-Rays Fluorescence spectrometry. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, v. 24, p. 262-273, 2019.
- [2] GHELLER, RAFAELA; BUREY, ADRIELI; VICENTIN, BRUNO LUIZ SANTANA; DOS REIS, PAULO JOSÉ; APPOLONI, CARLOS ROBERTO; GARBELINI, CÁSSIA CILENE DEZAN; HOEPPNER, MÁRCIO GRAMA. Microporosity and polymerization contraction as function of depth in dental resin cements by X-RAY COMPUTED MICROTOMOGRAPHY. *MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE*, V. 83, P. 658-666, 2020.
- [3] SCHWANTES-CEZARIO, NICOLE; FERREIRA NOGUEIRA CAMARGO, GEOVANA SOUZA; FRANCO DO COUTO, ÁLISON; PORTO, MARIA FERNANDA; CREMASCO, LUCCA VIEIRA; ANDRELLO, AVACIR CASANOVA; TORALLES, BERENICE MARTINS. Mortars with the addition of bacterial spores: evaluation of porosity using different test methods. *JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING*, V. 30, P. 101235, 2020.
- [4] DOS SANTOS, FELIPE RODRIGUES; DE OLIVEIRA, JOSÉ FRANCIRLEI; BONA, EVANDRO; BARBOSA, GRAZIELA M.C.; MELQUIADES, FÁBIO LUIZ Evaluation of pre-processing and variable selection on energy dispersive X-ray fluorescence spectral data with partial least square regression: A case of study for soil organic carbon prediction. *SPECTROCHIMICA ACTA PART B-ATOMIC SPECTROSCOPY.*, v.175, p.106016 -, 2021.
- [5] NOVAIS RODRIGUES, ALINE R.; MELQUIADES, FÁBIO LUIZ; APPOLONI, CARLOS ROBERTO; MARQUES, EDUARDO NERIS Characterization of Brazilian banknotes using portable X-ray fluorescence and Raman spectroscopy. *FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL.*, v.302, p.109872 -, 2019.
- [6] LISBOA NOGUEIRA, GUILHERME A.; PARREIRA, PAULO S.; RODRIGUES DOS SANTOS, FELIPE; MELQUIADES, FÁBIO L. Determination of metal content in industrial powder ink and paint thickness over steel plates using X-Ray Fluorescence. *APPLIED RADIATION AND ISOTOPES.*, v.150, p.168 - 174, 2019.
- [7] FERREIRA, D. D.; APPOLONI, CARLOS ROBERTO; LONNI, A. S. G.; MELQUIADES, FÁBIO LUIZ Quantitative Analysis of Titanium Concentration in Cosmetic Sunscreen Products by Portable

EDXRF, TEM and Portable Raman Spectrometry. LATIN AMERICAN JOURNAL OF PHARMACY., v.38, p.1008 - 1013, 2019.

[8] MELQUIADES, FABIO L.; SANTOS, SANDRO V.; LOPES, FABIO; VILLANUEVA, JUAN; TICONA, JORGE L.; APPOLONI, CARLOS R. X-ray fluorescence spectroscopy and Monte Carlo simulation for quantitative characterization of Bolivian *pre-Hispanic* golden artefacts. X-RAY SPECTROMETRY., v.50, p.53 - 67, 2020.

[9] Rafael Molari, Carlos Roberto Appoloni. Pigment analysis in four paintings by Vincent van Gogh by portable X-ray fluorescence (pXRF). Radiation Physics and Chemistry 181 (2021) 109336

[10] DIAS, L. A. F.; JUSSIANI, E. I.; APPOLONI, C. R. Reference RAMAN spectral database of commercial pesticides. JOURNAL OF APPLIED SPECTROSCOPY, V. 86, P. 166-175, 2019.

Seleção de publicações do grupo de Gravitação e Cosmologia

[1] W.S. Elias, C. Molina, M.C. Baldiotti, Thermodynamics of bosonic systems in AdS spacetime, Phys. Rev. D 99, 084028 (2019).

[2] M.C. Baldiotti, R. Fresneda, and C. Molina, A Hamiltonian approach for the Thermodynamics of AdS black holes, Ann. Phys. 382, 22 (2017).

[3] W.B. Fontana, M.C. Baldiotti, R. Fresneda, C. Molina, Extended quasilocal Thermodynamics of Schwarzschild-anti de Sitter black holes, Ann. Phys. 411 (2019) 167954.

[4] CELANI, DIOGO C.'F.; Pinto-Neto, Nelson; VITENTI, SANDRO D.'P.; Particle creation in bouncing cosmologies. PHYSICAL REVIEW D, v. 95, p. 023523, 2017.

[5] P. Ma Ikwicz, P. Peter, and S. D. P. Viteni, Phys. Rev. D 101, 046012 (2020), 1911.09892

[6] T. S. Pereira and C. Pitrou, Isotropization of the universe during inflation, Comptes rendus - Physique 16, 1027 (2015).

[7] E. Frion, N. Pinto-Neto, S. D. P. Viteni, and S. E. Perez Bergliaffa, Phys. Rev. D 101, 103503 (2020), 2004.07269.

[8] S. D. P. Viteni, P. Peter, and A. Valentini, Phys. Rev. D 100, 043506 (2019), 1901.08885

[9] Viteni, Sandro Dias Pinto; Penna-Lima, Mariana; Selected Topics in Numerical Methods for Cosmology. Universe, v. 5, p. 192, 2019.

[10] S. D. P. Viteni and M. Penna-Lima, Numerical cosmology {NumCosmo, Astrophysics Source Code Library} (2014), 1408.013. URL: <https://github.com/NumCosmo/NumCosmo>.

[11] FRANCO, FELIPE O.; Pereira, Thiago S.; Tensor perturbations in anisotropically curved cosmologies. JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS, v. 2017, p. 022-022, 2017.

[12] OLIVEIRA, RENAN A.; Pereira, Thiago S.; QUARTIN, MIGUEL. CMB statistical isotropy confirmation at all scales using multipole vectors. Physics of the Dark Universe, v. 30, p. 100608, 2020.

[13] MIGLIORINI, M.L. ; JR., A. FERNANDES ; ANJOS, J.C. ; Chimenti, P. ; COSTA, I.A. ; GONZALEZ, L.F.G. ; GUEDES, G.P. ; KEMP, E. ; JR., H.P. LIMA ; LOPES, G.S.P. ; JR., A.S. LOPES ; NOBREGA, R.A. ; PAINS, I.F. ; PEPE, I.M. ; RIBEIRO, D.B.S. ; SOUZA, D.M. . Front-end control system and precise

threshold configuration of the v-Angra experiment. *Journal of Instrumentation*, v. 15, p. T09001-T09001, 2020.

[14] R., H.P. LIMA ; ALFONZO, J.A.M. ; ANJOS, J.C. ; CERNICCHIARO, G. ; Chimenti, P. ; COSTA, I.A. ; DIAS, M.P. ; FARIAS, P.C.M.A. ; JUNIOR, A. FERNANDES ; GUEDES, G.P. ; GONZALEZ, L.F.G. ; KEMP, E. ; LOPES, G.S. ; MARCELO, J. ; MIGLIORINI, M.L. ; NÓBREGA, R.A. ; PEPE, I.M. ; RIBEIRO, D.B.S. ; SOUZA, D.M. ; TEIXEIRA, L.R. . Neutrinos Angra experiment: commissioning and first operational measurements. *Journal of Instrumentation*, v. 14, p. P06010-P06010, 2019.

Seleção de publicações do grupo de Física de Partículas e Campos

[1] L. V. T. Tavares, L. G. dos Santos, G. T. Landi, P. R. S. Gomes, P. F. Bienzobaz, *Supersymmetric Quantum Spherical Spins with Short-Range Interactions*, *J. Stat. Mech.* 023104, 2, (2020).

[2] J. C. Teo and C. Kane, From Luttinger liquid to non-Abelian quantum Hall states, *Phys. Rev. B* 89, 085101 (2014), arXiv:1111.2617.

[3] R. C. B. Santos, P. R. S. Gomes and C. A. Hernaski, Bosonization of the Thirring Model in 2+1 Dimensions, *Phys. Rev. D* 101 (2020) no.7, 076010, [arXiv:1910.04190].

[4] C. A. Hernaski and P. R. S. Gomes, Duality between 3D Massive Thirring and Maxwell Chern-Simons models from 2D bosonization, *Phys. Rev. Lett.* 121 (2018) no.4, 041601, [arXiv:1803.00480].

[5] C. A. Hernaski and P. R. S. Gomes, Effective Theories for 2+1 Dimensional Non-Abelian Topological Spin Liquids, *JHEP* 10 (2017), 021, [arXiv:1706.07113 [cond-mat.str-el]].

[6] FONTANA, W. B.; GOMES, PEDRO R. S.; HERNASKI, C. A.; From quantum wires to the Chern-Simons description of the fractional quantum Hall effect. *PHYSICAL REVIEW B*, v. 99, p. 201113, 2019.

Lista de disciplinas oferecidas pelo PPG-Física.

A lista de disciplinas também encontra-se disponível em <http://www.uel.br/pos/fisica/portal/index.php/sobre/grade-curricular/>

- Disciplinas obrigatórias
 - 2FIS097 Mecânica Quântica I | 06 créditos (90 horas)
 - 2FIS098 Mecânica Quântica II | 06 créditos (90 horas)
 - 2FIS099 Eletrodinâmica I | 06 créditos (90 horas)
 - 2FIS143 Mecânica Estatística | 06 créditos (90 horas)
 - 2FIS112 Seminários I | 04 créditos (60 horas)

- 2FIS113 Seminários II | 04 créditos (60 horas)
- 2FIS147 Estágio de docência na graduação I | 02 créditos (30 horas)
- 2FIS277 Estágio de docência na graduação II | 02 créditos (30 horas)
- Disciplinas optativas
 - 2FIS372 Polímeros Semicondutores A | 06 créditos (90 horas)
 - 2FIS376 Eletrodinâmica II | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS106 Física Nuclear | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS108 Física de Semicondutores | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS109 Física dos Cristais Líquidos | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS144 Física do Estado Sólido I | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS369 Introdução ao Processamento de Informação Quântica | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS114 Óptica Quântica | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS120 Eletrodinâmica Quântica | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS122 Ciência e Tecnologia das Radiações | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS127 Propriedades Óticas de Semicondutores | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS128 Dispositivos de Materiais Semicondutores | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS130 Introdução às Transições de Fase e Fenômenos Críticos | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS146 Física do Estado Sólido II | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS370 Curso avançado de Processamento de Informação Quântica | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS159 Propriedades Eletrônicas e Ópticas de Heteroestruturas Semicondutores | 04 créditos (60 horas)
 - 2FIS278 a 2FIS335 Tópicos Especiais em Física | Créditos Variados
 - 2FIS180 a 2FIS368 Seminários em Física | Créditos Variados
- Dissertação de Mestrado
 - 2FIS100 Dissertação I | 15 créditos 225 horas
 - 2FIS101 Dissertação II | 15 créditos 225 horas
 - 2FIS102 Dissertação III | 18 créditos 270 horas
 - 2FIS103 Dissertação IV | 18 créditos 270 horas
- Tese de Doutorado
 - 2FIS134 Tese I | 15 créditos (225 horas)
 - 2FIS135 Tese II | 15 créditos (225 horas)
 - 2FIS136 Tese III | 15 créditos (225 horas)
 - 2FIS137 Tese IV | 15 créditos (225 horas)

- 2FIS138 Tese V | 15 créditos (225 horas)
- 2FIS139 Tese VI | 15 créditos (225 horas)
- 2FIS140 Tese VII | 15 créditos (225 horas)
- 2FIS141 Tese VIII | 15 créditos (225 horas)

Relação de itens e equipamentos dos laboratórios de pesquisa

Apresentamos abaixo uma listagem completa dos itens e equipamentos presentes nos laboratórios de pesquisa do PPG-Física. Conforme mencionado neste relatório, o PPG-Física também coordena o Laboratório de Análises por Técnicas de Raios-X (LARX). Maiores informações sobre o LARX, bem como relatórios anuais de resultados, podem ser encontradas aqui: <https://larxgestao.wixsite.com/larx-uel>

Laboratório de Física Nuclear Aplicada

Linha de Fluorescência de raios-X

- 2 Detectores não criogênicos de Si-PIN, XR-100CR, Amptek, com resolução de 265 eV para a linha de 6,4 keV do Fe;
- 2 detectores não criogênicos tipo Si-SDD, Amptek, com resolução de 180 eV para a linha de 6,4 keV do Fe.
- Fonte radioativa anelar de Pu-238 (95 mCi; 13,6 e 17,2 keV) (empréstimo do LIN/CENA/USP, Piracicaba, SP)
- Suporte especial para colocação conjunta da fonte radioativa, detector e colimador de Pb (translação e dois graus de rotação)
- Mini Tubos de Raios X com anodos de Ag e de W, 40kV, 100mA, 0.7mm spot size (Moxtek Inc.)
- Mini Tubo de Raios X com anodo de Mo, 30kV, 500mA (Oxford Inc.)
- 3 Suportes especiais para colocação conjunta e alinhada do mini tubo de raios X e do detector (translação e dois graus de rotação; translação do tubo)
- 2 Fontes de tensão e amplificador conjuntos PX2T Amptek
- 2 Analisadores multicanal 8K compacto MCA8000A Amptec, acoplados a computadores palmtop HP200LX
- 3 Micros computadores portáteis para aquisição de dados e análise dos espectros
- Software de aquisição de dados PMCA (Amptek)
- Software de análise de espectros QXAS/IAEA (AXIL)
- Amostras geológicas certificadas do IPT e da AIEA
- Pastilhador Specac - PT No. 3000 - Chemplex Industries

- Equipamento portátil de EDXRF, modelo Tracer 5i da Bruker com suporte para bancada e tripé para trabalho em campo.
- Equipamento portátil de Espectrometria Raman, marca DeltaNu.
- Equipamento de TXRF, modelo S2 Picofox da Bruker.

Linha de espectrometria gama de alta resolução

- Detector HPGe de 60% de eficiência relativa da marca Canberra
- Detector HPGe de 66% de eficiência relativa da marca Ortec
- 2 Cadeias de eletrônica padrão para espectrometria gama (amplificador, fonte de alta tensão, biased amplifier, gerador de pulsos, osciloscópio etc.)
- 2 Placas Multicanal 8K
- 2 Blindagens para amostras ambientais
- Béqueres Marinelli de baixa radiação de fundo
- Amostras ambientais/alimentares certificadas da AIEA
- Conjunto de fontes padrão de calibração gama da AIEA

Linha de espectrometria gama de média/baixa resolução e de transmissão de raios gama

- Sistema Rover com detectores de NaI e de CdTe
- 3 Detetores de NaI(Tl)
- Multicanal de 1K e duas placas MCS de 8K e software A68BI
- Mesa micrométrica XY com aquisição automatizada de dados
- 2 Mesas para montagem de amostras, detetor e fonte radioativa, com movimentação horizontal e vertical
- 2 Posicionadores micrométricos XYZ
- 3 Fontes radioativas seladas: ^{241}Am (100mCi), ^{137}Cs (1Ci) e ^{60}Co (30 mCi)
- Eletrônica nuclear de aquisição e tratamento de sinais (amplificadores, monocanais, contadores, temporizadores, fontes de alta tensão, osciloscópio etc.)
- Colimadores de Pb com 2mm de diâmetro
- Sistema com probe de NaI(Tl) e CdTe com eletrônica associada compacta para medidas in situ

Laboratório de apoio para o preparo de amostras

- 3 Balanças digitais (semi analítica e até 4 Kg)
- Estufa e termômetros
- Conjunto de massas certificadas
- Jogo de 10 peneiras de precisão (malhas de 0,053 a 76,2 mm)

- Vidraria e outros materiais

Suporte de proteção radiológica

- três monitores de área
- dosímetros individuais de termoluminescência
- dois dosímetros de estado sólido tipo caneta

Estrutura Física

- Sala de preparação de amostras (7,36 m²)
- Sala de preparação de amostras (8,16 m²)
- Laboratório de espectrometria gama de baixa/média resolução e de transmissão gama (25,25 m²)
- Laboratório de espectrometria gama de alta resolução (6,30m²)
- Laboratório de fluorescência de raios X (8,16 m²)
- Sala de permanência (10,05 m²)
- Sala de permanência (21,97 m²)
- Sala de permanência (21,9 m²)
- Mezanino 1 (13,26 m²)
- Mezanino 2 (16,64 m²)

Equipamentos multiusuários

Os equipamentos do laboratório multiusuário sob coordenação dos professores do LFNA são:

- 2 Microtomógrafos computadorizados de raios X de alta resolução: SKYSCAN 1172 e SKYSCAN 1173 marca Bruker.
- 2 Espectrômetros de Fluorescência de Raios X: EDX-720, Shimadzu e WDXRF S8 Tiger, Bruker.

Laboratório de Óptica e Optoeletrônica

Sala 1 – Laboratório de Fotoluminescência (PL)

- Sistema de ciclo fechado de He CTI Cryogenics Modelo 22C
- Criostato Janis Modelo CCS-150 (8-300 K) com dois sensores de temperatura de Si
- Sistema de vácuo contendo uma bomba turbomolecular e uma bomba mecânica Edwards RV8
- Controlador de temperatura LakeShore 331 com dois canais

- Monocromador simples Jarrel-Ash 0.5 m equipado com motor de passo
- Sistema de aquisição de dados via microcomputador
- Fotomultiplicadora Hamamatsu de GaAs (detecção entre 200-900 nm)
- Fotodetector de InGaAs 020-TC Electro-Optical Systems refrigerado termoeletricamente (detecção entre 850-1650 nm)
- Laser de Argônio Coherent 5 W modelo Innova 70C com sistema de refrigeração dedicado
- Laseres de estado sólido cw (375 nm 30 mW Thorlabs; 405 nm 60 mW Laserline; 473 nm 100 mW Laserline)
- Amplificador Lock-in Stanford SR-530 duplo canal
- Monocromador simples 0.3 m Cornerstone com três redes de difração monitorado por computador
- Lâmpada de Xenônio de 300 W com housing e sistema “ozone-free”
- Lentes, suportes, mesas elevadoras, filtros ópticos, filtros de densidade neutra, demais acessórios.

Sala 2 – Laboratório de Espectroscopia (LE)

- Mini-espectrômetro USB2000+ (Ocean Optics)
- Mini-espectrômetro USB4000 (Ocean Optics)
- Lâmpada DT-2G-MINI Deutério-halogênio (Ocean Optics)
- Suporte com fibras ópticas para espectroscopia UV-VIS
- Esfera integradora 5 pol. Newport
- Fonte e medidor Keithley modelo 2400
- Monocromador simples Jarrel-Ash 0.5 m com motor de passo acoplado
- Criostato tipo dedo-frio de nitrogênio líquido Janis modelo VPF-100
- Bomba de vácuo Edwards RV8
- Amplificador síncrono lock-in Stanford SR-510
- Laser de Estado Sólido 633 nm Opto 10 mW
- Fotodetectores de Silício e de InGaAs

Sala 3 – Laboratório de Preparação de Amostras (LPA)

- Balança Analítica Shimadzu 5 dígitos
- Banho ultrassônico com timer
- Placas aquecedoras com agitação magnética
- Spinner com sistema de sucção a vácuo
- Compressor de ar

- Geladeira frost free 210 l
- Dessecadoras (vidro e plástico com vácuo)
- Bomba de vácuo mecânica JB
- Estufa, pia e capela com sistema de exaustão
- Sistema de filtragem de água por osmose reversa
- Microscópio óptico
- Micropipetas (1 ml e 0,1 ml)
- Vidraria (beckeres, placas petri, tubos etc.)
- Consumíveis diversos (reagentes, solventes, equipamentos de proteção individual etc.).

Equipamentos multiusuários

Os equipamentos do laboratório multiusuário ESPEC (Laboratório de Espectroscopia) utilizados rotineiramente pelos pesquisadores do Grupo de Óptica e Optoeletrônica são:

- Espectrofotômetro Ultravioleta-Visível (UV-VIS) Shimadzu, modelo UV-2600, com as seguintes especificações: Ótica: Duplo feixe; Faixa de comprimento de onda: 190-1100nm; Largura da banda Espectral 1nm;
- Espectrofotômetro Infravermelho por transformada de Fourier, marca Shimadzu modelo IR PRESTIGE-21 operando na faixa espectral de 7800 cm⁻¹ até 350 cm⁻¹ (1.280 - 28.570 nm);
- Espectrômetro de tempo de decaimento da fluorescência FluoTime 200 da PicoQuant operando na região de 390 a 850 nm, com resolução temporal de até 100 picosegundos e com lasers de excitação emitindo em 375, 405, 440, 470 e 510 nm.
- Sistema Micro-Raman Confocal WITec alpha300+ com excitação nos comprimentos de onda de 532 and 785 nm.

Laboratório de Ressonância Paramagnética Eletrônica (LARPE)

Infraestrutura do LARPE

- Câmara fria para estocagem de amostras;
- Estufa com controle de temperatura;
- Balança analítica;
- Sistema de alto-vácuo;
- Espectrômetro de RPE, JEOL modelo JES-PE-3X, operando em banda X, temperaturas variadas, cavidade para irradiação etc.;
- Microcomputadores com programas específicos para análise de dados de RPE.

Laboratório de Filmes Finos (FILMAT)

Infraestrutura do FILMAT

- RF Magnetron Sputtering Reativo:
 - marca: HHV
 - modelo: auto 500, bomba turbo molecular 600 l/s, 1 alvo de 2 polegadas, micro balança de cristal de quartzo, aquecimento e rotação de substratos, controle de fluxo de gás argônio e oxigênio.
- Evaporadora / Auto306 Lab Coater:
 - marca: HHV
 - modelo: auto 306, Bomba difusora, Duas fontes de evaporação
- Difratorômetro:
 - marca: PANalytical
 - modelo: X'Pert Pro MPD
 - funções: medidas em filmes, pó e sólidos; trocador automático de 15 posições; medidas em temperatura controlada até 1200 °C
- Potenciostato/Galvanostato Voltalab:
 - marca: Radiometer
 - modelo: PGZ100
 - funções: um canal para cela de 3 eletrodos; entrada A/D in; módulo de impedância de 1mHz a 100KHz
- Potenciostato/Galvanostato Arbin
 - marca: Arbin instruments
 - modelo: BT200/MSTAT8000
 - funções: 8 canais independentes para celas de 4 eletrodos; entradas para medidas de pressão e temperatura; possibilita carregador externo
- Bancada óptica
- Glove box MBraun
- Espectrofotômetro UV-vis – Ocean Optics
- Forno com atmosfera controlada
- Moinho de bolas - Pulverisett
- Forno Mufla
- Agitador de Peneiras Bertel
- Phmetro

Laboratório de Física Atômica e Molecular

O laboratório dispõe de um cluster computacional de dois nós, composto de:

1. 32 processadores Xeon E5 2650 2.0Ghz em cada nó;
2. 64 GB de memória RAM;
3. 2 discos SSD de 128 GB para sistema operacional;
4. 2 discos rígidos de 4TB para aquisição de dados;
5. 1 nobreak SMS senoidal de Alta performance.

Bugs na Plataforma Sucupira

Relatamos neste espaço alguns (possíveis) bugs encontrados na Plataforma Sucupira, e que impediram o preenchimento dos dados do Programa da forma sugerida pela coordenação de área.

Aba de Destaques

Na aba “Destaques”, na sub aba “Produções dos docentes”, o trabalho “Curvature of the elastic deformations in a nematic sample”, publicado no periódico EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL E [doi: 10.1140/epje/i2019-11817-8] pelo Prof. Manuel Simões, juntamente com dois alunos de doutorado, **não aparece** como opção selecionável, mesmo sendo um trabalho regular do programa e importado corretamente a partir da Plataforma Lattes. Por essa razão, a coordenação optou por destacar, no lugar do artigo, a tese de doutorado correspondente ao trabalho.

Trabalhos de Conclusão

Um segundo (possível) bug encontrado, e que pode produzir distorções na avaliação dos PPGs, diz respeito à opção “Trabalho(s) de Conclusão Associado(s)” que aparece quando uma produção docente é importada do Currículo Lattes. O bug consiste no fato de que é possível clicar nesta opção sem de fato associar um trabalho de conclusão à produção que está sendo importada. Para reproduzir o bug basta seguir os seguintes passos:

1. Importe uma produção intelectual qualquer a partir da Plataforma Sucupira (Painel de Módulos -> Portal do Coordenador -> Importação de Currículo Lattes)
2. Associe todos os participantes à produção, da maneira usual.
3. Em seguida, clique na opção “Trabalho(s) de Conclusão Associado(s)”. Aparecerá logo abaixo desta opção um campo para indicar o trabalho de conclusão associado. Deixe este campo vazio e prossiga com a importação da produção.

Assim, temos um trabalho com produção associada, mas que não possui de fato nenhuma produção associada. A Figura 13 ilustra a situação. Dessa forma, é possível em princípio associar toda a produção de um PPG a trabalhos de conclusão. Por isso, é importante que durante a avaliação os avaliadores não confiem cegamente nesta opção, mas que verifiquem se de fato há um trabalho associado à produção em questão.

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (UEL)
Programa: FÍSICA (40002012014P0)

Dados Gerais

Ano da Publicação: 2020
Título: NEW SODIUM ORTHOFERRITE SYNTHESIS ROUTE FOR GREEN SODIUM-ION BATTERIES

A Produção é vinculada a Trabalho de Conclusão? SIM

É um dos 5 trabalhos mais relevantes de seu programa? NÃO

A Produção foi importada do Lattes? SIM

Autores

Ordem	Nome	Categoria
1	MARIA GABRIELA VERDERIO FRESSATTI	Participante Externo
2	ALEXANDRE URBANO	Docente
3	PAULO ROGERIO CATARINI DA SILVA	Participante Externo
4	LUIZ HENRIQUE DALL ANTONIA	Participante Externo
5	OTAVIO JOSE DE OLIVEIRA	Discente

Trabalhos de Conclusão Associados

Não existem trabalhos de conclusão associados

Detalhamento

Tipo: TÉCNICA
Subtipo: APRESENTAÇÃO DE TRABALHO

TECNICA - APRESENTAÇÃO DE TRABALHO

Natureza: CONGRESSO
Evento: LatinXChem

Figura 13 -- Descrição de bug na Plataforma Sucupira.

Referências

Agência UEL. (Dezembro de 2016). *Agência UEL de notícias*. Fonte:

http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ_not&FWS_Ano_Edicao=1&FWS_N_Edicao=1&FWS_Cod_Categoria=2&FWS_N_Texto=23976

Marques, *Fabício*. (Dezembro de 2019). Acesso em 21 de 04 de 2021, disponível em Revista FAPESP: https://revistapesquisa.fapesp.br/avaliacao-em-5-dimensoes/#info_Capes286

Plano de Desenvolvimento Estratégico. (2016). Fonte:

http://www.uel.br/proplan/novo/pages/arquivos/planos/pdi/PDI_2016_2021_ATUALIZACAO.pdf