



Livro de Resumos

II ESCOLA DE FÍSICA APLICADA
INTEGRADA À SEMANA ACADÊMICA
DE ENGENHARIA FÍSICA DA UNILA

10 a 14 de agosto de 2026



Comemorando 10 anos do PPGFISA

E74L	Escola de Física Aplicada (2.: 2026 : Foz do Iguaçu)
	Livro de Resumos : II Escola de Física Aplicada : 10 a 14 de agosto de 2026./ Escola de Física Aplicada. – Foz do Iguaçu – PR: UNILA, 2026.
	26 p. ISBN: 978-65-87650-38-8 Semana Acadêmica de Engenharia Física. Foz do Iguaçu-PR, 10 a 14 de agosto de 2026. Evento realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada da Universidade Federal da Integração Latino-Americana.
	1. Física - Congressos. 2. Engenharia – Congressos. 3. Integração na educação - Tríplice Fronteira (Argentina, Brasil e Paraguai). II. Título.
	CDU 53(042)

COMITÊ ORGANIZADOR

Alexander Argüello Quiroga
Ana Victoria Fossa
Daniel Luiz Nedel
Edson Massayuki Kakuno
Eduardo do Carmo
Esdras Rebecchi de Almeida
Francisco Andrés Ferreira Subeldía
Gilsemar Sefstroem
Gustavo Benites Wenceslau
Gustavo López Núñez
Helton Fernando Scherer
Johan Alexander Cortes Suarez
José Daniel Lobo Quintero
Juliana Manica Honnicke
Leen El Okdi
Lilian Aparecida dos Santos Zago
Luciano Calheiros Lapas
Marcelo Gonçalves Hönnicke
Márcio de Sousa Góes
Maria Luísa Mazzochi Banck
Mayson Glaud
Pedro Akira Bazaglia Kuroda
Raphael Fortes Infante Gomes
Roberta Markellyn Manfrin Nami
Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso
Victoria Ana Lucia Alarcón Huidobro

COMITÊ CIENTÍFICO

Alexander Argüello Quiroga
Daniel Luiz Nedel
Eduardo do Carmo
Gustavo López Núñez
José Ricardo Cezar Salgado
Joylan Nunes Maciel
Luciano Calheiros Lapas
Marcelo Gonçalves Hönnicke
Márcio de Sousa Góes
Pedro Akira Bazaglia Kuroda
Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso

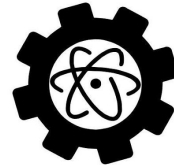
EDIÇÃO

Esdras Rebecchi de Almeida
Gustavo Benites Wenceslau
Maria Luísa Mazzochi Banck

Todos os resumos neste livro foram fornecidos pelos autores. O conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos seus autores. A Organização da II Escola de Física Aplicada e da Semana Acadêmica de Engenharia Física, seus assessores *ad hoc* e comitês científicos não se responsabilizam por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas (ou que conduzam a erro) publicadas.

ORGANIZAÇÃO

MESTRADO EM
FÍSICA
APLI
CADA



APOIO



Sumário

Apresentação Geral	1
II Escola de Física Aplicada	3
SEÇÃO DE PALESTRAS	5
2D Materials under High Pressure: Strain Transfer, Adhesion, and Novel Structures	6
Lentes Gravitacionais Fracas em Modelos de Interação no Setor Escuro	6
Física, entre o puro significado e a utilidade em nossas vidas	6
SEÇÃO DE MINICURSOS	7
A matemática da linguagem	8
Ligas de Titânio: Relações entre Estrutura, Processamento e Aplicações Tecnológicas Avançadas	8
Masterclass Pierre Auger: Introdução aos Raios Cósmicos e à Ciência de Fronteira	8
História e Filosofia da Física Quântica: os debates entre Einstein e Bohr	9
Espectroscopia Vibracional — Conceptos y Aplicaciones (FTIR y Raman)	9
Cálculos de propriedades moleculares com Teoria do Funcional da Densidade	9
Grupos de Lie e suas Aplicações em Física	9
A Inteligência Artificial na Engenharia	10
APRESENTAÇÕES ORAIS	11
Assinaturas gravitacionais em espaços-tempos axialmente simétricos da classe de Weyl	12
Discutindo os limites da ciência a partir do estudo da natureza da luz no Ensino Médio	13
Desenvolvimento de uma Plataforma Instrumentada para Eletrofição Aplicada à Produção de Fibras Poliméricas	14
Desenvolvimento experimental e simulação de um espelho líquido para raios X	15
Desenvolvimento futuro de variantes de ímanes permanentes em substituição dos ímanes de terras raras	16
Predição da eficiência de eletrocatalisadores para produção de hidrogênio por técnicas de machine learning	17
Earth Tomography Using Supernova Neutrino Oscillations	18
Cosmologia Numérica Usando Código CLASS	19
Semana Acadêmica de Engenharia Física	20
SEÇÃO DE PALESTRAS	22
A Engenharia do Gigante: Complexidade, Desafios e Inovação na Manutenção da Usina de Itaipu	23

Engenharia Física: Desvendando a Profissão sob a Perspectiva de P&D	23
SEÇÃO DE MINICURSOS	24
Tratamento de Polímeros por Laser	25
Óptica de Raios X: Como Focalizar uma Radiação que Quase Não Refrata . .	25

APRESENTAÇÃO

Em 2016, o Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada (PPGFISA) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, em Foz do Iguaçu, abriu suas portas para a primeira turma. Em 2026, comemorando seus 10 anos, o PPGFISA, em conjunto com o Curso de Engenharia Física (EF) da UNILA e o Centro Acadêmico de Engenharia Física da UNILA (CAENFIS), realizou a 2ª Escola de Física Aplicada da UNILA. Nesta 2ª edição a Escola foi integrada a Semana Acadêmica do Curso de Engenharia Física da UNILA. Durante cinco dias de evento, os participantes tiveram a oportunidade de assistir a minicursos e palestras ministradas por docentes e discentes do PPGFISA e do curso de EF, além de convidados nacionais e internacionais. O evento contou com cerca de 130 inscritos, entre estudantes de graduação e pós-graduação, técnicos, pesquisadores e professores, provenientes dos três países da região da Tríplice Fronteira (Argentina, Brasil e Paraguai). A participação massiva em 10 minicursos, 4 palestras, 8 apresentações orais e 1 visita técnica, indica o alto nível do evento e a demanda potencial da nossa região trinacional. Para a realização das atividades, a organização contou com o patrocínio e/ou apoio do Programa de Incentivo à Pós-Graduação (PROIPG/PRPPG), do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), do Itaipu Parquetec e do Kalbas Market. Também colaboraram para a realização do evento estudantes e docentes do curso de Engenharia Física, servidores da UNILA de setores como a Divisão de Apoio Logístico aos Laboratórios (DALL), a Divisão de Transportes (DITRAN), a Divisão de Suporte Técnico (DISUT) e ILACVN, além de discentes, secretaria e professores do PPGFISA. Sem esse apoio e suporte, o evento não teria alcançado o nível que atingiu. Por fim, expressamos nossa gratidão aos participantes do evento. A continuidade deste evento, realizado bianualmente, garante o nosso avanço na formação de recursos humanos qualificados e interessados no conhecimento e na busca de soluções para a sociedade latino-americana e caribenha, por meio da Física Aplicada e da Engenharia Física. A todos, nosso muito obrigado!

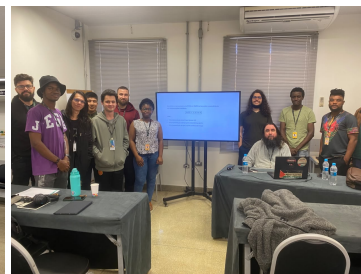
Comitê Organizador da 1ª Escola de Física Aplicada da UNILA



Palestra de abertura



Palestra de encerramento



Momentos marcantes da II Escola de Física Aplicada e da Semana Acadêmica de Engenharia Física. Em destaque, a **palestra de abertura**, *2D Materials under High Pressure: Strain Transfer, Adhesion, and Novel Structures*, ministrada pelo Prof. Antônio Gomes de Souza Filho, e a **palestra de encerramento**, *Física, entre o puro significado e a utilidade em nossas vidas*, com o Prof. José Abdalla Helayël-Neto. Na sequência, a mesa de abertura do evento e a visita técnica que encerrou a programação; e, nas duas últimas linhas, os minicursos ministrados ao longo da semana por Rita de Cássia dos Anjos, Carlos Barros de Araújo, Marcia Tiemi Saito, Edher Zacarias Herrera, Pedro Akira Bazaglia Kuroda e Daniel Nedel.

II ESCOLA DE FÍSICA APLICADA

UNILA, Unidade Itaipu Parquetec, Foz do Iguaçu – PR
10–14 de agosto de 2026

*Não há assunto tão velho que não possa ser dito
algo de novo sobre ele.*

– Fiódor Dostoiévski, Crime e Castigo

SEÇÃO DE PALESTRAS

PALESTRA DE ABERTURA

2D Materials under High Pressure: Strain Transfer, Adhesion, and Novel Structures

Antônio Gomes de Souza Filho

Raman spectroscopy is a powerful non-destructive technique for probing the structural and electronic properties of two-dimensional (2D) materials such as graphene and MoS₂. Since these materials are typically supported on substrates, understanding how strain is transferred across the interface is crucial for both fundamental studies and applications. Hydrostatic pressure provides an effective way to tune substrate–2D material interactions and investigate adhesion. In this talk, we present high-pressure Raman studies of graphene and MoS₂ on different substrates, showing how strain transfer depends on factors such as substrate compressibility, number of layers, and pressure-transmitting medium. We also discuss the use of high-pressure conditions for the synthesis of novel 2D nanostructures.

Lentes Gravitacionais Fracas em Modelos de Interação no Setor Escuro

Paola Terezinha Seidel

Nesse trabalho investigamos a possibilidade de uma interação no setor escuro por meio de testes observacionais com lenteamento fraco. Utilizamos um modelo baseado em um gás de Chaplygin não adiabático generalizado decomposto para construir diferentes espectros de lentes. Posteriormente o modelo proposto é submetido a testes numéricos para atualizar as restrições sobre os parâmetros cosmológicos relevantes, incluindo o parâmetro de interação do modelo proposto.

PALESTRA DE ENCERRAMENTO

Física, entre o puro significado e a utilidade em nossas vidas

José Abdalla Helayël-Neto

Por que buscamos compreender o cosmos? A Física move-se constantemente entre dois pilares fascinantes: o desejo humano de decifrar as leis fundamentais da natureza — o puro significado — e a aplicação prática desse conhecimento para transformar a sociedade — a utilidade. Uma apresentação que nos convida a explorar essa dualidade. Mais do que fórmulas e equações, abordar como as abstrações mais profundas da ciência moldam a nossa realidade cotidiana, provando que a busca pelo entendimento do universo é, também, a busca pelo avanço da nossa própria existência.

SEÇÃO DE MINICURSOS

MINICURSO 1

A matemática da linguagem

Carlos Barros de Araújo e Eduardo do Carmo

Como a matemática moldou a forma como a vida se comunica? Neste minicurso, passeamos na interseção entre a ecologia acústica e a matemática para explorar a evolução dos sinais sonoros.

MINICURSO 2

Ligas de Titânio: Relações entre Estrutura, Processamento e Aplicações Tecnológicas Avançadas

Pedro Akira Bazaglia Kuroda

Este minicurso aborda a integração entre estrutura cristalina, composição química e processamento em ligas de titânio, destacando a influência desses fatores no desempenho do material. Serão discutidas aplicações tecnológicas avançadas, com ênfase em biomateriais e estratégias de modificação superficial, evidenciando o papel dessas ligas no desenvolvimento de soluções inovadoras para a engenharia moderna.

MINICURSO 3

Masterclass Pierre Auger: Introdução aos Raios Cósmicos e à Ciência de Fronteira

Rita de Cássia dos Anjos

Este minicurso apresentará o *Masterclass* Pierre Auger como uma atividade de divulgação e formação científica voltada à introdução dos participantes ao estudo dos raios cósmicos de altíssima energia. Serão abordados conceitos básicos sobre a origem e a detecção dessas partículas, com destaque para o papel do Observatório Pierre Auger na pesquisa em astrofísica de partículas. A proposta é proporcionar uma aproximação entre os participantes e a ciência de fronteira, por meio de atividades inspiradas em dados e métodos reais da colaboração internacional. Para melhor aproveitamento das atividades práticas, é necessário que cada participante traga seu computador.

MINICURSO 4

História e Filosofia da Física Quântica: os debates entre Einstein e Bohr

Marcia Tiemi Saito

Apesar do sucesso de seu formalismo matemático, a Física Quântica é uma teoria que, até os dias atuais, possui diversas interpretações. O objetivo do minicurso é mostrar que essas interpretações são fruto de divergências filosóficas entre seus fundadores. Serão discutidas algumas dessas divergências, a partir dos debates históricos entre Einstein e Bohr sobre a completude da Física Quântica.

MINICURSO 5

Espectroscopia Vibracional — Conceptos y Aplicaciones (FTIR y Raman)

Edher Zacarias Herrera

Brindar nociones básicas y aplicadas de espectroscopia vibracional, con énfasis en FTIR y Raman, e introducir herramientas *open source* para el procesamiento y análisis de datos aplicables a diferentes materiales.

MINICURSO 6

Cálculos de propriedades moleculares com Teoria do Funcional da Densidade

Marcos Veríssimo Alves

Neste minicurso, apresentaremos, em sessões teóricas e práticas, como efetuar cálculos de química quântica usando a Teoria do Funcional da Densidade (DFT) para obter propriedades físicas e químicas de moléculas de modo confiável. Nas sessões práticas, utilizaremos o *software* ORCA, amplamente utilizado neste tipo de cálculo e de uso gratuito para a comunidade acadêmica.

MINICURSO 7

Grupos de Lie e suas Aplicações em Física

Daniel Nedel

O presente minicurso tem como objetivo apresentar aos participantes uma abordagem operacional, baseada basicamente em álgebra de matrizes, sobre os chamados grupos de Lie. Pretende-se apresentar de forma sistemática os grupos mais usados, com ênfase na obtenção de suas representações e em aplicações em física fundamental, em particular na mecânica quântica e na física de partículas elementares.

A Inteligência Artificial na Engenharia

Fabio Baum

A inteligência artificial (IA) vem revolucionando diversas áreas do conhecimento, desde a astronomia até as ciências econômicas e sociais. Setores como medicina, direito e publicidade já têm se beneficiado amplamente dessa tecnologia para resolver problemas complexos. Na engenharia e na química, a IA não só facilita a interpretação de dados e a automação de processos, como também está abrindo portas para descobertas científicas inovadoras, como novos materiais com propriedades específicas e processos mais sustentáveis. Neste minicurso, faremos uma imersão nas principais técnicas de inteligência artificial aplicadas à engenharia e à química, incluindo uma introdução rápida e prática ao funcionamento dos *Large Language Models* (LLMs), a tecnologia por trás do ChatGPT da OpenAI. Vamos explorar como esses modelos transformaram a forma como lidamos com dados e como podem ser aplicados de maneira prática no desenvolvimento de novas soluções químicas e de engenharia. Além disso, vamos apresentar casos reais de pesquisa e inovação, onde a IA foi usada para resolver problemas desafiadores na área de materiais, como o *design* de catalisadores eficientes e o desenvolvimento de materiais para baterias e energia solar. Você sabia que a IA está ajudando cientistas a prever como uma molécula vai se comportar antes mesmo de ela ser sintetizada no laboratório? Ou que algoritmos podem identificar padrões ocultos em conjuntos massivos de dados, revelando correlações inesperadas entre a estrutura e a propriedade dos materiais? Nosso objetivo não é apenas discutir conceitos técnicos, mas também mostrar o potencial da IA como uma ferramenta que complementa e amplifica a atuação na engenharia. Ao final da apresentação, você terá uma visão mais clara sobre como essa tecnologia pode ser aplicada em sua própria carreira, seja em pesquisa acadêmica ou no mercado de trabalho.

APRESENTAÇÕES ORAIS

Assinaturas gravitacionais em espaços-tempos axialmente simétricos da classe de Weyl

Capistrano, A.¹, Chávez, N.², León, V.²

¹ *Universidade Federal do Paraná*

² *Universidade Federal da Integração Latino Americana*

*email: capistrano@ufpr.br

Neste trabalho, investigamos a emissão de ondas gravitacionais por uma estrela oscilante modelada partindo da métrica de Weyl. Inicialmente, revisitamos a classe de Weyl de soluções de vácuo estáticas e axialmente simétricas das equações de Einstein e obtemos uma solução de curvatura do tipo Bessel, com condições de regularidade e de planitude assintótica compatíveis com um objeto compacto astrofísico. Ademais, propomos um modelo projetado para isolar efeitos induzidos pela curvatura, em vez de um tratamento perturbativo de fontes estelares. Assim, modelamos um objeto oscilante semelhante a uma estrela, descrito por um fluido perfeito, como fonte de radiação gravitacional. Uma equação de onda modificada, com desvios para o vermelho induzidos pela curvatura, é resolvida numericamente, levando a uma forma de onda que produz componentes primárias devido ao aprisionamento de ondas. Esse sinal é injetado em dados reais do LIGO para o evento GW150914 e comparado entre detectores, permitindo avaliar a detectabilidade de uma forma de onda gravitacional induzida pela curvatura no limiar da sensibilidade do LIGO, de modo consistente com um objeto compacto exótico (ECO).

Referências:

[1] Abbott, B. P. *et al.*, **Phys. Rev. Lett.**, v. 116, p. 061102, 2016.

[2] Capistrano, A. J. S. *et al.*, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 444, p. 1639, 2014.

DISCUTINDO OS LIMITES DA CIÊNCIA A PARTIR DO ESTUDO DA NATUREZA DA LUZ NO ENSINO MÉDIO

Castro, S.¹, Saito, M.¹

¹ Instituto Federal do Paraná - Campus Foz do Iguaçu

*email: sidfisica87@gmail.com

Os limites da ciência e a compreensão sobre a natureza da luz constituem temas importantes tanto para a epistemologia quanto para o ensino de Física. A evolução histórica das interpretações sobre a luz, ora tratada como onda, ora como partícula, que culminou no conceito de dualidade onda-partícula da Física Quântica, evidencia tensões conceituais que desafiam modelos explicativos e estimulam reflexões sobre como o conhecimento científico é construído. Este trabalho tem como objetivo apresentar e analisar a aplicação de uma sequência didática para o ensino de conceitos da Física Quântica no Ensino Médio, a fim de suscitar reflexões sobre os limites da ciência a partir do estudo da natureza da luz. A abordagem adotada é a da História e Filosofia da Ciência no ensino, e fundamenta-se na integração entre reflexão epistemológica e estratégias didáticas diversificadas, buscando superar uma apresentação meramente formalizada da Física Quântica. A sequência didática desenvolvida incluiu aulas expositivas dialogadas, uma simulação computacional do interferômetro de Mach-Zehnder que buscou problematizar as contradições envolvidas nas representações clássicas ondulatória e corpuscular, uma aula dedicada ao debate epistemológico que abordava o debate histórico entre Einstein e Bohr a respeito da completude da Física Quântica em explicar a natureza da luz e atividades avaliativas de caráter qualitativo, como lista de exercícios e prova conceitual. A análise dos resultados foi realizada em forma de relato reflexivo-descritivo, com base nas observações do professor-pesquisador e nos registros do diário de campo. Os resultados indicam que as atividades propostas favoreceram a problematização das concepções clássicas sobre a luz e estimularam discussões sobre o caráter provisório dos modelos científicos, bem como sobre o papel dos resultados experimentais e das interpretações teóricas na construção do conhecimento científico. Observou-se também que os estudantes foram progressivamente capazes de articular fenômenos físicos, modelos explicativos e contextos históricos, ampliando sua compreensão acerca dos limites das descrições clássicas da natureza. Assim considera-se que a sequência didática proposta favoreceu uma reflexão e um ensino de conceitos de Física Quântica no Ensino Médio de forma mais contextualizada, superando o enfoque apenas no formalismo matemático.

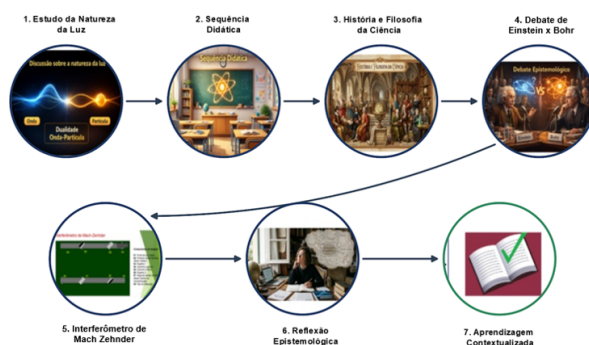


Figura: Fluxograma de sequência didática para o estudo da natureza da luz.

Referências:

- [1] BOHR, N. *et al.*, **Física atômica e conhecimento humano**, v. 1, p. 39-65, 1996.
- [2] PESSOA, O. *et al.*, **Conceitos de Física Quântica**, v. 1, p. 189, 2019.

Desenvolvimento de uma Plataforma Instrumentada para Eletrofiação Aplicada à Produção de Fibras Poliméricas

DINIZ, G.¹, SILVA, K.¹, MORENO, D.¹, KAKUNO, E.¹, SUÁREZ, J.¹

¹ Universidade Federal da Integração Latino-Americana

*email: gl.diniz.2021@aluno.unila.edu.br

A eletrofiação é uma técnica amplamente empregada na obtenção de fibras poliméricas com aplicações em engenharia de tecidos, sistemas de liberação controlada de fármacos, sensores e materiais funcionais. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e validar uma plataforma modular de eletrofiação destinada a atividades de pesquisa e ensino, integrando sistemas mecânicos, eletrônicos e de manufatura aditiva para o controle e monitoramento dos principais parâmetros do processo. A plataforma foi desenvolvida utilizando um sistema de deslocamento linear acionado por motor de passo NEMA17 para o controle do êmbolo da seringa e um coletor rotativo acionado por motor de corrente contínua. O controle eletrônico foi implementado por meio de um Arduino Nano e driver DRV8825, enquanto os componentes estruturais foram modelados em CAD e fabricados por impressão 3D. Para o monitoramento experimental foram integrados um sensor óptico MH para determinação da velocidade de rotação do coletor e um sensor de distância VL53L0X para estimativa da separação entre a agulha e o coletor durante a eletrofiação. A validação experimental foi realizada utilizando um hidrogel submetido a uma diferença de potencial de 20 kV durante 5 minutos, avaliando-se distâncias de 8 e 10 cm entre a agulha e o coletor. A formação das fibras foi caracterizada por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), evidenciando que a condição de 10 cm favoreceu a obtenção de fibras mais homogêneas, com diâmetro médio de aproximadamente 150 nm, enquanto a distância de 8 cm resultou em estruturas menos uniformes. Os resultados demonstram a viabilidade da plataforma desenvolvida para o controle dos principais parâmetros da eletrofiação, constituindo uma ferramenta modular para pesquisas em materiais e instrumentação.

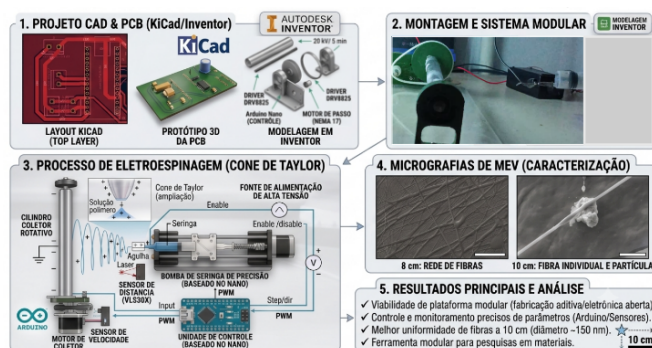


Figura: Figura: Fig. 1. Fluxo de desenvolvimento da plataforma de eletrofiação modular: desde o projeto em CAD (Autodesk Inventor) e PCB (KiCad) até a automação, processo físico e micrografias MEV das fibras.

Referências:

- [1] IZHAR, T. *et al.*, **PID Control (Livro- Elsevier)**, v. , p. , 2016.
- [2] ARDUINO *et al.*, **Arduino Project Hub (Site)**, v. , p. , 2020.
- [3] ARDUINO *et al.*, **Hub de Projetos Arduino (Site)**, v. , p. , 2020.

Desenvolvimento experimental e simulação de um espelho líquido para raios X

Lopes, M.¹, Basso, R.¹, Hönnicke, M.¹

¹ Universidade Federal da Integração Latino-Americana

*email: mmd.lopes.2022@aluno.unila.edu.br

Espelhos convencionais para raios X exigem superfícies de alta qualidade e operação em ângulos rasantes, tornando sua fabricação complexa [1]. Este trabalho investiga o uso de superfícies líquidas constituídas por água e por solução aquosa de sulfato de sódio (Na_2SO_4) como espelhos refletoras para raios X, visando ao desenvolvimento de um dispositivo simples e de baixo custo. Os testes preliminares foram realizados no difratômetro de raios X multiusuário da UNILA, equipado com tubo de cobre (Cu) com monocromador 4 cristais (4C) de Ge (220) que possibilita selecionar a energia de 8,048 keV ($\text{Cu K}\alpha_1$). Com vistas a levantar a curva de refletividade do espelho, foram adquiridas imagens do feixe refletido, variando o ângulo de incidência de 0 a 2 graus. Os resultados preliminares evidenciam a reflexão do feixe de raios X pelas duas superfícies líquidas. Tentando compreender melhor os resultados experimentais, simulações do tipo "ray tracing" estão sendo desenvolvidas no software Shadow4/OASYS [2]. Por fim, dispositivos focalizantes, utilizando um sistema de rotação dos espelhos líquidos para formar superfícies líquidas parabólicas [3] estão sendo projetados.

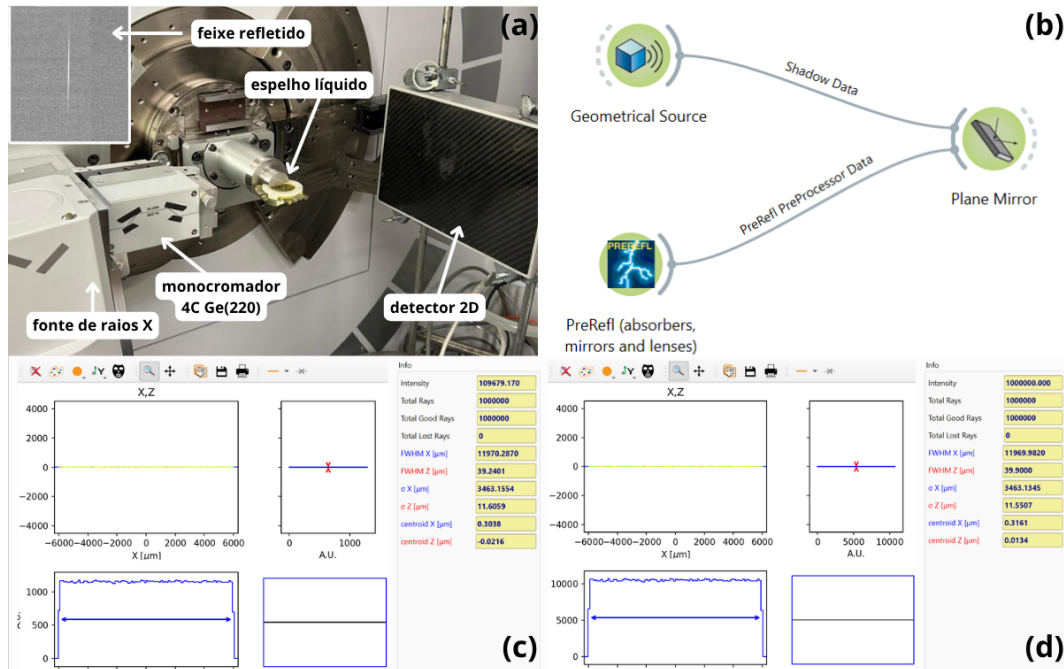


Figura: (a) Montagem no DRX da UNILA, com fonte, monocromador, espelho líquido, detector e detalhe do feixe refletido; (b) diagrama no Shadow4; (c) fonte e (d) feixe refletido simulados.

Referências:

- [1] Henke, B. L. *et al.*, **Atomic Data and Nuclear Data Tables**, v. 54(2), p. 181–342, 1993.
- [2] Sanchez del Rio, M. *et al.*, **Journal of Physics: Conference Series**, v. 3010, p. 012071, 2025.
- [3] Goodman, J. M. *et al.*, **American Journal of Physics**, v. 37, p. 864–868, 1969.

Desenvolvimento futuro de variantes de ímanes permanente em substituição dos ímanes de terra raras

Lopez Nunez, G.¹, Santos da Lapa, R.¹, C. de Carvalho, L.¹

¹ *Universidade Federal da Integração Latino-Americana*

*email: gustavo.nunez@unila.edu.br

Neste trabalho se faz um resumo dos esforços que estamos realizando para o desenvolvimento de ligas promissórias para ímanes permanentes. Neste sentido se apresentam os resultados iniciais do estudo das ligas enriquecidas em Terras Raras, neste caso Nd, O estudo destas fases é chave para o desenho de ímãs permanentes mais eficientes, estáveis y economicamente mais viável. Estes estudos dão continuidade a trabalhos anteriores realizados em ligas de Nd_{95-x}Fe_xC₅ com $15 \leq x \leq 65$, onde os resultados mais interessantes, para o nosso objetivo, foram obtidos na liga com composição: Nd₇₀Fe₂₅C₅. Agora centramos nossa atenção no desenvolvimento de ligas com composição: Nd₇₀Fe₂₅(Al_{1-x}C_x)₅ e Nd₆₀Fe₃₀(Al_{1-x}C_x)₁₀. As amostras foram obtidas mediante a técnica do forno de arco e sometidas a um estudo mediante técnicas metalográficas de caracterização, no microscópio óptico a uma análise de difração de raios-X. Com microscópio óptico foi possível observar as semelhanças e diferenças entre as superfícies das amostras ao mudar a composição. A presença de amontilhados de agulhas muito cumpridas é observada para a amostra com $x = 0,0$ mas este comportamento muda com a mudança da composição, já a difração de raios x não permitiu fazer estudo algum. Por outro lado, pretendemos centrar um estudo na fabricação de um ímã permanente, sem a utilização de elementos de Terras Raras, para o qual propomos estudar, primeiramente, os sistemas: Fe-Ni, para depois incorporar outros elementos tais como o B, P, C, em composição inicial: Fe₅₀Ni₃₀P₁₃(C-B)₇ e outras ligas. Inicialmente trabalhamos com modelos de IA realizando um estudo teórico-investigativo para determinar, via métodos de primeiros princípios, a estabilidade dos compostos ferromagnéticos do tipo L10, entre eles, o FeNi (também conhecido como tetrataenita) o qual é particularmente promissor, que com um alto grau de ordenação atômica, que apresenta uma anisotropia magnetocristalina substancial, tornando-os fortes candidatos para aplicações em ímãs permanentes. Uma vez obtido o material idôneo, levamos a obtenção experimental das amostras via fundição no forno de arco e ser caracterizadas experimentalmente.

Referências:

PREDIÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ELETROCATALISADORES PARA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO POR TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

Lou Valinotti, N.¹, González Morales, K.¹, Baum, F.¹

¹ *Universidade Federal da Integração Latino-Americana*

*email: nathalylouvalinotti@gmail.com

A produção de hidrogênio por eletrólise figura entre as alternativas mais promissoras para o armazenamento de energia de fontes renováveis, como a solar e a eólica. O elevado consumo energético do processo, contudo, compromete sua viabilidade econômica, o que torna essencial o desenvolvimento de eletrocatalisadores com alta atividade e estabilidade. Mesmo com os avanços recentes, o intervalo entre a descoberta de um novo material e sua aplicação industrial frequentemente ultrapassa uma década. Para reduzir esse tempo, foram propostas as Plataformas de Aceleração de Materiais (Materials Acceleration Platforms – MAPs), que integram aprendizado de máquina, automação e conhecimento especializado para acelerar as etapas de descoberta, experimentação e otimização. Seu alto custo de implementação, no entanto, ainda limita a adoção ampla. Em contrapartida, a disponibilidade crescente de ferramentas computacionais de baixo custo e os avanços do aprendizado de máquina ampliaram as possibilidades de construção de modelos preditivos acessíveis. Neste trabalho, técnicas de aprendizado de máquina são empregadas para auxiliar na descoberta e na otimização de eletrocatalisadores para a reação de evolução de hidrogênio (HER). Construiu-se uma base de dados a partir de informações extraídas de mais de 22.000 artigos científicos sobre produção eletrocatalítica de hidrogênio. A análise estatística indicou predominância de catalisadores suportados em carbono, nanopartículas livres e nanofolhas, sendo carbono, nitrogênio, oxigênio, cobalto, níquel, molibdênio e ferro os elementos mais recorrentes. A sobretensão média para a HER foi de 0,123 V, com os menores valores associados a estruturas ocas e arquiteturas em camadas. Esses resultados fornecem uma base quantitativa para o desenvolvimento de modelos preditivos capazes de acelerar a identificação de eletrocatalisadores eficientes, contribuindo para o avanço da produção sustentável de hidrogênio.

Referências:

- [1] ZHU, S *et al.*, **J. Mater. Chem. A**, v. 11, p. 3849, 2023.
- [2] FLORES-LEONAR, M. M. *et al.*, **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 25, p. 100370, 2020.

Earth Tomography Using Supernova Neutrino Oscillations

Quiroga, A.¹, Delgado, A.¹, Acero, M.³

¹ *Universidade Federal da Integração Latino-Americana*

² *Univerdad de Nariño*

³ *Universidad del Atlántico*

*email: alexander.quiroga@unila.edu.br

This talk aims to introduce and discuss an ongoing study of the physical foundations and methodology of using supernova neutrinos as probes of the Earth's interior, a technique known as supernova-neutrino tomography. This approach provides a complementary method for investigating the internal structure of the Earth while establishing a direct connection between neutrino physics, astrophysics, and geophysics.

The presentation begins with a brief introduction to core-collapse supernovae and the mechanisms through which they release an enormous burst of neutrinos and antineutrinos over a timescale of a few seconds. These particles carry away most of the gravitational binding energy released during stellar collapse and emerge from regions that are inaccessible to electromagnetic observations. Their detection can therefore provide direct information about the explosion mechanism, neutrino properties, and the matter traversed during propagation.

When these neutrinos reach the Earth, the terrestrial electron-density profile modifies their flavor composition through coherent forward scattering. These matter effects produce energy-dependent modulations in the detected electron-neutrino and electron-antineutrino spectra. The amplitude and frequency of these modulations depend on the neutrino mass ordering, the oscillation parameters, the propagation path through the Earth, the detector response, and the density profile of the layers crossed by the neutrinos.

Reconstruction strategies for extracting information about the Earth's density profile include forward modeling, Fourier analysis, likelihood-based methods, and Bayesian inference. These techniques are applied to the expected event spectrum, which depends on the original supernova neutrino flux, flavor-transition probabilities, interaction cross sections, detector efficiency, and energy resolution. Finally, the presentation discusses the potential of future large-volume neutrino detectors for performing supernova-neutrino tomography.

Referências:

- [1] Hajjar, R *et al.*, **Phys. Rev.**, v. D, p. 108, 2003.
- [2] Winter, W *et al.*, **Astropart. Phys.**, v. , p. 19, 2003.
- [3] Akhmedov, E *et al.*, **JHEP**, v. 06, p. 053, 2005.

Cosmologia Numérica Usando Código CLASS

Viero, J.¹, Souza, A.¹

¹ *Universidade Federal do Paraná - UFPR, Palotina, Brasil*

*email: joaoviero@ufpr.br

O projeto Cosmologia Numérica Usando Código CLASS tem como objetivo geral capacitar o estudante a compreender e utilizar o código CLASS (Cosmic Linear Anisotropy Solving System) para realizar simulações cosmológicas e gerar gráficos da radiação cósmica de fundo e espectro de potência de matéria, por meio da execução do comando `.class` em ambiente Linux. Ao decorrer do projeto, as atividades dividem-se em duas etapas, focadas respectivamente na formação teórica do estudante e na familiarização com linguagens de programação como C e Python, essenciais para o uso do CLASS e para a análise computacional de dados cosmológicos. Para a formação teórica é abordado o estudo de modelos cosmológicos como CDM, a análise das equações de Friedmann, a compreensão da dinâmica da energia escura e a familiarização com parâmetros cosmológicos fundamentais, como densidade de matéria, curvatura do espaço-tempo e a constante cosmológica. Enquanto que no processo de familiarização com as linguagens de programação, são desenvolvidos inicialmente códigos voltados à geração de gráficos e manipulação de dados simulados, utilizando bibliotecas científicas como NumPy, Matplotlib e SciPy. Seguidos de atividades voltadas para aplicações mais complexas destas bibliotecas, a simulação de funções matemáticas como as equações diferenciais de Bessel e enfim o uso da linguagem CLASS. Das ferramentas utilizadas, destacam-se a plataforma Google Colab, utilizada nas primeiras etapas de familiarização com programação, e principalmente o Oracle Virtual Box, que permitiu criar uma máquina virtual com sistema operacional Linux, que é mais compatível com a programação utilizando código CLASS.

Referências:

[1] Fontana, C *et al.*, **Cardenos de Astronomia**, v. 5, p. 122-123, 2024.

[2] Waga, J *et al.*, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, p. 157-173, 2005.

SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA FÍSICA

UNILA, Unidade Itaipu Parquetec, Foz do Iguaçu – PR

10–14 de agosto de 2026

*Na profissão, além de amar, tem de saber. E o
saber leva tempo para crescer.*

– Rubem Alves

SEÇÃO DE PALESTRAS

A Engenharia do Gigante: Complexidade, Desafios e Inovação na Manutenção da Usina de Itaipu

Marco Aurélio Siqueira Mauro

A palestra apresenta uma visão abrangente da engenharia de manutenção aplicada à Usina Hidrelétrica de Itaipu, um dos maiores complexos de geração de energia do mundo, com 14.000 MW de potência instalada e mais de 20 mil ativos sob gestão. São abordados os desafios técnicos envolvidos na manutenção de equipamentos estratégicos, como unidades geradoras, transformadores, subestações blindadas (GIS), vertedouro e sistemas auxiliares, destacando a importância da confiabilidade e da disponibilidade operacional para garantir o fornecimento de energia ao Brasil e ao Paraguai. Também é apresentada a estrutura organizacional da Superintendência de Manutenção da Itaipu, demonstrando a integração entre as áreas de engenharia, planejamento, confiabilidade e execução, além das diferentes especialidades que atuam na gestão dos ativos ao longo de seu ciclo de vida. A palestra destaca ainda o processo de transformação digital da manutenção, com a utilização dos sistemas SOM e SAM, inspeções realizadas por meio de dispositivos móveis, aplicação de *Business Intelligence* para apoio à tomada de decisões e o desenvolvimento de soluções baseadas em inteligência artificial, como o Chat SM, que permite o acesso rápido ao conhecimento técnico da organização. Foram apresentados também o Centro de Monitoramento de Ativos (CMA) e as iniciativas de manutenção preditiva, que utilizam dados em tempo real para antecipar falhas e aumentar a confiabilidade dos equipamentos. Por fim, discutem-se os desafios futuros da manutenção em Itaipu, especialmente o projeto de Atualização Tecnológica da usina, considerado um dos maiores processos de modernização em andamento no setor elétrico. A apresentação reforçou a importância da gestão de ativos, da inovação tecnológica e da formação de engenheiros capazes de integrar conhecimentos de engenharia tradicional, análise de dados e transformação digital para sustentar a operação de infraestruturas críticas nas próximas décadas.

Engenharia Física: Desvendando a Profissão sob a Perspectiva de P&D

Jhoan Rodrigo Pérez Vargas

A Engenharia Física destaca-se pela formação de profissionais híbridos, capazes de transitar com naturalidade entre a pesquisa científica e a entrega tecnológica. Mas como essa dinâmica funciona no dia a dia do mercado? Esta palestra apresenta a profissão sob a perspectiva de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), explorando o papel estratégico do engenheiro físico em ambientes de alta incerteza e inovação. Ao longo da apresentação, serão abordados o ciclo de vida de projetos de tecnologia, além de casos práticos em setores estratégicos como transição energética e automação inteligente. Uma oportunidade para estudantes e profissionais compreenderem o impacto real do pensamento baseado em primeiros princípios na resolução dos problemas complexos do amanhã.

SEÇÃO DE MINICURSOS

MINICURSO 1

Tratamento de Polímeros por Laser

Ednan Joanni

Esse minicurso discute os principais parâmetros experimentais envolvidos em tratamentos de materiais por laser pulsado, e seus efeitos sobre as propriedades das peças tratadas. Exemplos de variáveis de interesse são o comprimento de onda da radiação, a velocidade de escrita, a potência e o grau de focagem. São então estudados os diferentes tipos de tratamentos que podem ser aplicados a materiais poliméricos utilizando lasers (corte, marcação, texturização, carbonização, dopagem, etc.). As técnicas de tratamento são discutidas através da análise de resultados experimentais e exemplos reais de aplicações. Especial destaque é dado à fabricação e modificação de dispositivos flexíveis à base de grafeno (sensores, baterias, supercapacitores).

MINICURSO 2

Óptica de Raios X: Como Focalizar uma Radiação que Quase Não Refrata

Rodolfo Javier Talavera

O minicurso apresenta os princípios físicos e instrumentais da focalização de raios X, com ênfase nas diferenças entre óptica visível e óptica de raios X. Serão discutidos o índice de refração complexo dos materiais no regime de raios X, a reflexão total externa, a focalização por espelhos de incidência rasante, lentes refrativas compostas, placas de zona e cristais curvos. A lei de Bragg será tratada como ferramenta de engenharia óptica para seleção angular e espectral, com aplicações em monocromadores e sistemas focalizadores. Ao final, será apresentado um estudo de caso baseado em um sistema de focalização difrativa usando monocristais finos de silício sobre substrato polimérico impresso em 3D, com comparação entre geometria Laue e geometria Bragg.

Livro de Resumos

II Escola de Física Aplicada

Semana Acadêmica de Engenharia Física

UNILA, Unidade Itaipu Parquetec, Foz do Iguaçu – PR
10 a 14 de agosto de 2026