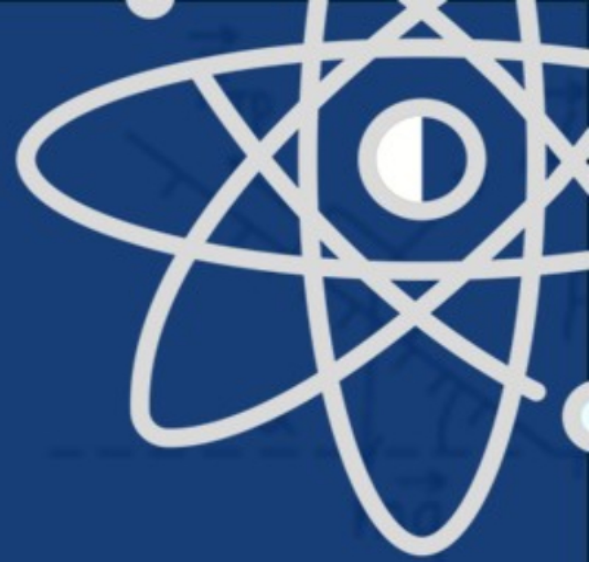




UNILA

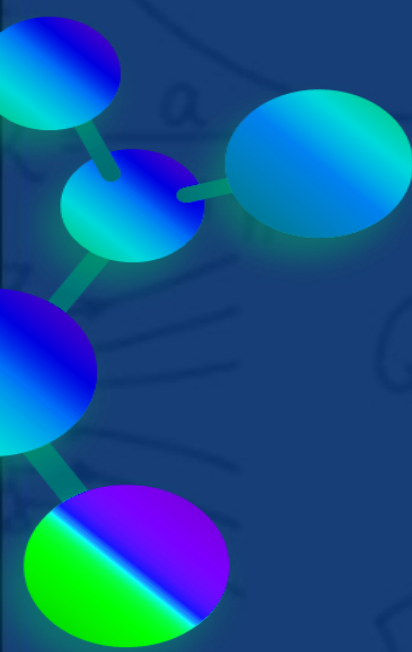
Universidade Federal
da Integração
Latino-Americana



1ª Escola de Física

Aplicada da UNILA

LIVRO DE RESUMOS



ILACVN



Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza



Catálogo elaborado pelo Setor de Tratamento da Informação
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA

| | |
|------|---|
| I59p | Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza Primeira Escola de Física Aplicada da Unila : livro de resumos. / Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN). -- Foz do Iguaçu, PR : Unila, 2024. 32 p. ISBN: 978-65-87650-27-2 1. Física - Congressos e convenções. I. Título. |
|------|---|

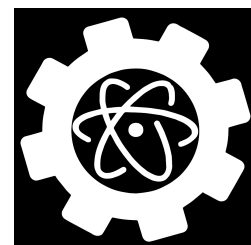
CDU 524.8

Comitê Organizador:

Afonso Rodrigues
Alexander Argüello Quiroga
Camila Gabrieli Feck Hagemann
Daniel Luiz Nedel
Eduardo do Carmo
Esdras Rebecchi de Almeida
Fernando José Zardinello Batistti
Gabriel Krzyzanowski de Almeida
Gilsemar Sefstroem
Johan Alexander Cortés Suárez
José Ricardo Cezar Salgado
Joylan Nunes Maciel
Juliana Manica Hönnicke
Leen El Okdi
Luciano Calheiros Lapas
Luiz Guilherme Albuquerque Echelon Ortiz
Marcelo Gonçalves Hönnicke
Márcio de Sousa Goés
Mariana Muniz Delgado Lopes
Mateus Luiz Wilhelm
Raphael Infante Fortes Gomes
Roberta Markellyn Manfrin Nami
Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso

Organizado por:

MESTRADO EM
FÍSICA
APLI
CADA



Patrocinadores:



Comitê Científico:

Alexander Argüello Quiroga
Daniel Luiz Nedel
Eduardo do Carmo
Johan Alexander Cortés Suárez
José Ricardo Cezar Salgado
Joylan Nunes Maciel
Luciano Calheiros Lapas
Marcelo Gonçalves Hönnicke
Márcio de Sousa Goés
Raphael Infante Fortes Gomes
Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso

Edição do Livro de Resumos:

Esdras Rebecchi de Almeida
Fernando José Zardinello Batistti
Gabriel Krzyzanowski de Almeida

Todos os resumos neste livro foram fornecidos pelos autores. O conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos seus autores. A Organização do 1º Encontro de Física Aplicada na Tríplice Fronteira, 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.

A filosofia está escrita neste grande livro (quero dizer, o "Universo"), que permanece continuamente aberto diante de nossos olhos, mas não pode ser compreendido sem primeiro aprender a compreender a linguagem na qual ela está escrita.

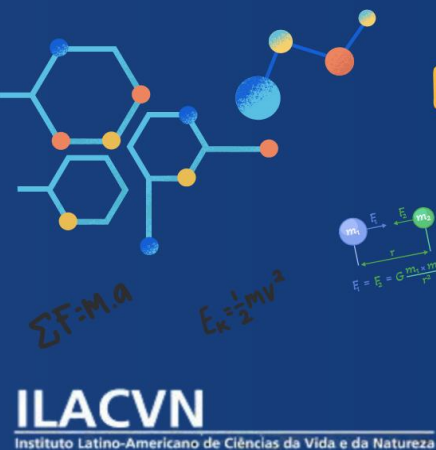
Galileu Galilei

Conteúdo

| | |
|--|----|
| Apresentação do Evento | 1 |
| Seção Palestras Convidadas | 4 |
| Seção Minicursos | 7 |
| Seção Café com Ciência | 11 |
| Análise de materiais por difração de raios X variando a temperatura | 11 |
| Café com Ciência: Aprendizado de máquina quântico | 13 |
| Café com Ciência: Inteligência Artificial | 14 |
| Estudo ab initio das propriedades eletrônicas e de armazenamento de hidrogênio de MgH_2 com dopagem de Cu , Ni , Mn e Zn | 15 |
| Gravidade Modificada | 16 |
| Magnetic measurements, by means of a magneto-optical installation with pulsed magnetic field | 17 |
| Mulheres na Engenharia Física: Um projeto de extensão | 18 |
| Multiferroic Materials: Innovation and Challenges in Modern Science | 19 |
| Neutrino Physics at the UNILA | 20 |
| O que é o Método de Rietveld e por que o seu uso é desafiador? | 21 |
| Processos de Penrose e a aceleração de astropartículas | 22 |
| Research Group on Electrochemistry and Materials Characterization | 23 |
| Tópicos em Física Geral: Sistemas complexos, cristais líquidos e um pouco de Física Básica | 24 |
| X-ray science: spectroscopy, optics and imaging | 25 |
| Seção Pôsteres | 26 |
| Advanced Multiferroic Materials: Exploring $BiFeO_3$, $ZnFe_2O_4$, and $BaTiO_3$ for Multifunctional Applications | 26 |
| Extracción del colágeno tipo I a partir de la piel de Tilapia del Nilo asistida con ultrasonido | 28 |
| Influence of Al^{3+} Doping on the Electrical and Microstructural Properties of $CaCu_3Ti_4O_{12}$ Ceramics | 29 |
| Nanocompósitos à base de ZnO : síntese e caracterização | 30 |
| Simulação e construção de forno com controle PID para realização de ensaios de impedância | 31 |
| Study of Artificial Intelligence to Assist in the Classification of Materials by Raman Spectroscopy | 32 |

APRESENTAÇÃO DO EVENTO

PRIMEIRA ESCOLA DE FÍSICA APLICADA

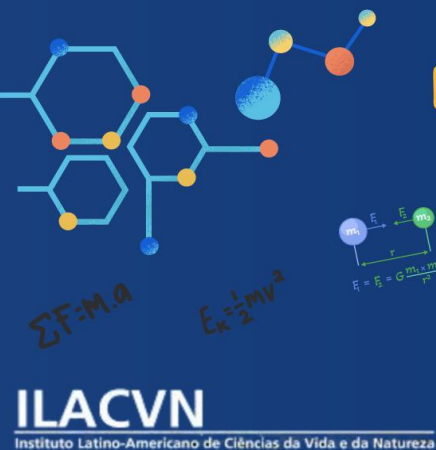


Em 2016, o Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada (PPGFISA) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, em Foz do Iguaçu, abriu suas portas para a primeira turma. O PPGFISA criou, local e regionalmente, na Tríplice Fronteira, uma oportunidade para que estudantes pudessem se aprofundar no universo fascinante da Física Aplicada. Desde então, temos formado profissionais na área, oriundos dos mais diversos países da América Latina e do Caribe. Em 2024, em conjunto com o Curso de Engenharia Física (EF) da UNILA e o Centro Acadêmico de Engenharia Física da UNILA (CAENFIS), realizamos a 1ª Escola de Física Aplicada da UNILA, com o objetivo de divulgar as oportunidades e os trabalhos que estamos desenvolvendo no PPGFISA e no curso de EF. Durante os cinco dias do evento, os participantes tiveram a oportunidade de assistir a minicursos e palestras ministrados por docentes do PPGFISA e do curso de EF, além de convidados nacionais e internacionais. O evento contou com mais de 160 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). O alto nível do evento, evidenciado pela participação massiva em seis minicursos, seis palestras, 13 apresentações orais e seis trabalhos em formato de pôster, indica a demanda e o potencial da nossa região trinacional. Agradecemos o apoio financeiro do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN/UNILA), da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG/UNILA) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por meio do Programa de Auxílio à Pós-Graduação (PROAP/2024). O evento também contou com o suporte dos técnicos do Departamento de Apoio Logístico aos Laboratórios (DALL) da Secretaria de Apoio Científico e Tecnológico (SACT/UNILA). Sem esse apoio e suporte, o evento não teria alcançado o nível que atingiu. Por fim, expressamos nossa gratidão aos participantes do evento, que contribuíram com discussões frutíferas e instigantes. Esperamos que, com a realização bienal desse evento, possamos avançar cada vez mais na formação de recursos humanos qualificados, engajados e interessados no conhecimento e na busca de soluções para a sociedade latino-americana e caribenha, por meio da Física Aplicada.

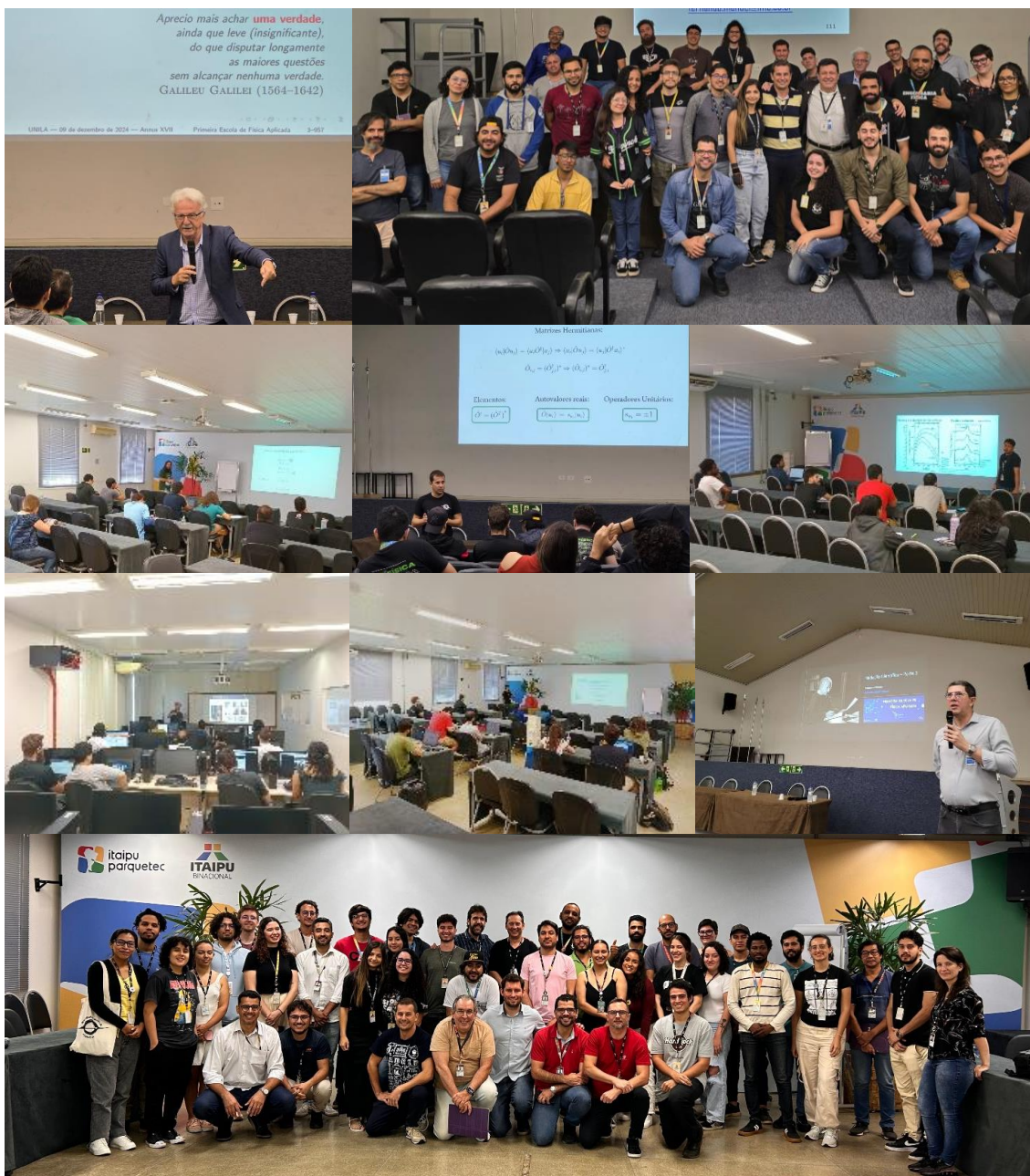
A todos, nosso muito obrigado!

Comitê Organizador da 1ª Escola de Física Aplicada da UNILA

PRIMEIRA ESCOLA DE FÍSICA APLICADA



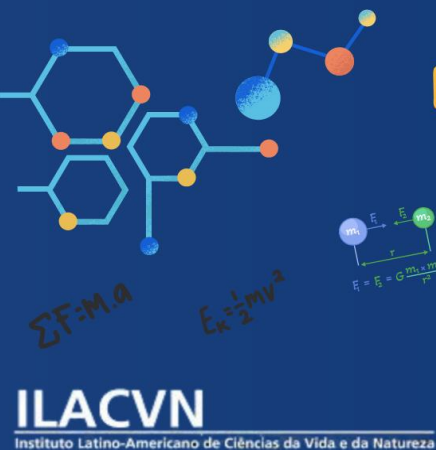
Momentos da 1ª Escola de Física Aplicada da UNILA.



Palestra de abertura do Dr. Luiz R. Evangelista. Registro com o Dr. Fernando M. A. Moreira, idealizador do curso de Engenharia Física no Brasil, marcou a participação dos estudantes da UNILA. Minicursos ministrados, proporcionando aprendizado e troca de conhecimento. O encerramento ocorreu após a palestra do Dr. Gustavo V. B. Lukasiewicz, consolidando uma edição enriquecedora para todos os participantes.

SEÇÃO PALESTRAS CONVIDADAS

PRIMEIRA ESCOLA DE FÍSICA APLICADA



Física e Poesia: Representações do Real?

Luiz Roberto Evangelista

Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, Brasil

O Seminário propõe uma análise filosófica e literária, entrelaçada com argumentos da física, das possíveis conexões entre a física e a poesia como formas legítimas de representar a realidade. Baseado na premissa de que as atividades do cientista, particularmente o físico, e do artista, o poeta, compartilham a raiz comum de serem expressões genuínas da vontade livre e criativa, o seminário explora as abordagens distintas com as quais cada um busca apreender (ou descrever) a realidade. A física, por um lado, busca desvendar o Real, decompondo-o em suas estruturas fundamentais. A poesia, por outro lado, busca se engajar com o Real, entrelaçando suas múltiplas camadas. A análise toma como ponto de partida uma “definição” do espírito científico proposta por Galileu Galilei em resposta a Tommaso Campanella. Essa definição é desenvolvida à luz do alerta do físico Werner Heisenberg, que nos lembra que na ciência natural não se trata da “natureza em si”, mas sim da “ciência da natureza”, isto é, da natureza como os seres humanos a concebem e descrevem. Essa ideia é fundamental, pois nos lembra da existência de uma representação que medeia a relação entre os seres humanos e a

natureza. Essa mediação pode ser a ciência, mas não se limita a ela. A poesia, com seus próprios objetivos, também atua como mediadora, e ambas representam a realidade de maneira legítima, mesmo que com abordagens e objetivos diferentes. Em resumo, o seminário oferece uma reflexão multifacetada e, espera-se, estimulante sobre a relação entre a física e a poesia como formas de entender e representar a realidade. Ao estacar os pontos de convergência entre essas duas disciplinas aparentemente distintas, o seminário nos leva a refletir como a arte e a ciência podem complementar e enriquecer nossa percepção do mundo.

Engenheiros Físicos: uma nova área de emprego na aplicação de tecnologias quânticas em segurança e defesa nacional

Fernando Manuel Araújo Moreira

Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Caracterização de materiais: aprendendo com as superligas de Níquel e decifrando materiais fósseis

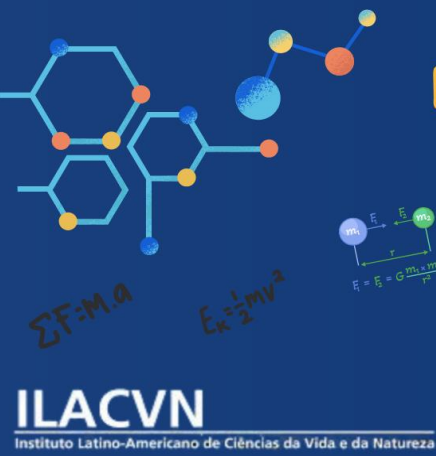
Alex Matos da Silva Costa

Universidad Nacional de Assunción, Assunción, Paraguay

Acústica selvagem: caminhando entre a ecologia e a física

Carlos Barros de Araújo

Instituto de Biología Subtropical - CONICET, Puerto Iguazú, Argentina



$f(x)$



Espectroscopia Fototérmica: Fundamentos e Aplicações

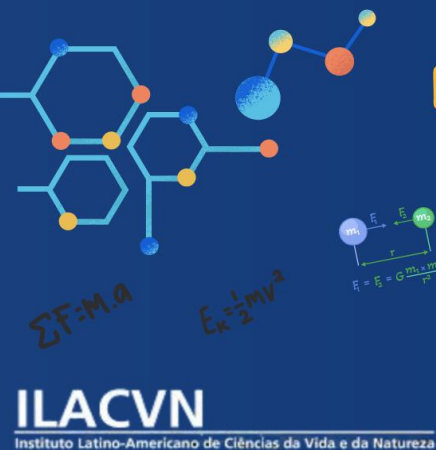
Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira-PR, Brasil

Os métodos fototérmicos são frequentemente usados para determinar propriedades térmicas, ópticas e mecânicas de materiais, principalmente devido às suas características de medição remota e não destrutiva. Em especial, a espectroscopia de lente térmica (PTL) e espelho térmico (PTM) detectam uma ampla gama de fenômenos decorrentes da interação de feixes lasers focalizados e a matéria, em diferentes escalas de tempo. Nessas técnicas, um feixe laser contínuo ou pulsado pode induzir uma perturbação térmica e transferência de momento da luz para a amostra. O efeito é monitorado pela mudança de fase do feixe de prova induzido pela deformação na amostra e mudança do índice de refração da área aquecida. As aplicações dos métodos envolvem a caracterização de materiais metálicos, vidros ópticos, polímeros, semicondutores, filmes finos, óleos comestíveis, combustíveis, corantes e solventes. Mostraremos aplicações dos métodos de lente térmica e espelho térmico com excitações laser contínua ou pulsada e os avanços em sua descrição teórica ao longo dos últimos anos. Os avanços compreendem a investigação dos efeitos das forças de radiação em líquidos, geração e detecção de transientes de pressão em líquidos e ondas termoelásticas em metais, e aplicação dos métodos fototérmicos em análise química utilizando laser quântico em cascata.

SEÇÃO MINICURSOS

PRIMEIRA ESCOLA DE FÍSICA APLICADA



Minicurso 1 - Teoria de cordas e dimensões extras

Daniel Luiz Nedel

Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

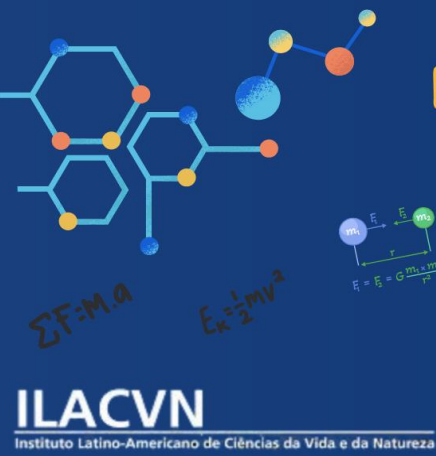
As diferenças estruturais entre os dois grandes pilares da física moderna, relatividade geral e mecânica quântica, tornam a tarefa de tratar as interações fundamentais de uma forma unificada não apenas um desafio enorme para a física de altas energias, mas também criam um vácuo de respostas para questões fundamentais da física. Entre diversas questões fundamentais destacamos a seguinte: Por que o universo tem, aparentemente, três dimensões espaciais? Nas últimas décadas a teoria de cordas tem se mostrado a candidata mais promissora para descrever de uma forma unificada matéria e espaço tempo a altas energias, usando-se de um arcabouço matemático rico, dificilmente encontrado em outras áreas da física. A teoria de cordas é a única teoria em que a dimensão do espaço pode ser prevista pela própria teoria e não é colocada de forma “ad hoc”. Nesse minicurso será mostrado como a física depende da dimensão do espaço e, de forma introdutória, como a teoria de cordas prevê qual é a dimensão do espaço no limite onde devemos usar mecânica quântica e relatividade geral de forma unificada.

Minicurso 2 - Computadores quânticos e a nova geração de tecnologias

Raphael Fortes Infante Gomes

ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

Qubits são as unidades fundamentais dos processos de comunicação quântica. Em sistemas computacionais, um bit é representado por dígitos binários discretos (como 0 e 1) e equivale à menor unidade de informação que pode ser utilizada em um determinado procedimento. Por outro lado, um qubit (contração da expressão quantum-bit) pertence a uma faixa contínua de valores contida nas diversas configurações que um sistema físico de dois níveis pode assumir. Com a miniaturização progressiva da tecnologia, verificamos que a manifestação de fenômenos quânticos (que incluem os princípios de superposição de estados e emaranhamento) assumem um protagonismo cada vez maior nas escalas de processamento de informação presentes nos dispositivos atuais, em contraste com os efeitos descritos de modo generalizado pela Física Clássica. Neste contexto, os protótipos de computadores quânticos contemporâneos exploram princípios de sistemas físicos distintos como a manipulação de spins de elétrons, centros de vacância em cristais de diamante, pontos quânticos, circuitos supercondutores, sistemas fotônicos e armadilhas de íons. Consequentemente, os investimentos no setor de Computação Quântica influenciarão a tomada de decisões em negócios e pesquisa nos próximos anos, visto que já existem aplicações rudimentares de algoritmos quânticos nas áreas de Machine Learning e Blockchain. Os conceitos básicos referentes a esses e outros temas serão explorados no presente minicurso para a I Escola de Física Aplicada da UNILA em 2024.



$f(x)$



Minicurso 3 - Neutrinos

Alexander Argüello Quiroga

Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

Neste minicurso eu vou discutir de forma pedagógica o estado atual da física dos neutrinos. Inicialmente será apresentada uma breve introdução histórica e será mostrado como foi introduzida esta partícula a fim de salvar a conservação da energia. A seguir, serão mostradas as tentativas de detecção e as evidências que por fim levaram à sua descoberta. Na parte central do minicurso, serão apresentados os indícios e anomalias que levaram à descoberta que os neutrinos oscilam de sabor durante sua propagação, e será apresentada de forma didática o formalismo matemático que descreve esta oscilação; também, e como exemplo, será usado a aproximação de dois sabores para mostrar as implicações fenomenológicas deste formalismo de oscilação. Finalmente serão mostrados os diferentes experimentos construídos no mundo para a detecção dos neutrinos, assim como as técnicas empregadas nos principais canais de detecção.

Minicurso 4 - Visão computacional

Joylan Nunes Maciel

Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

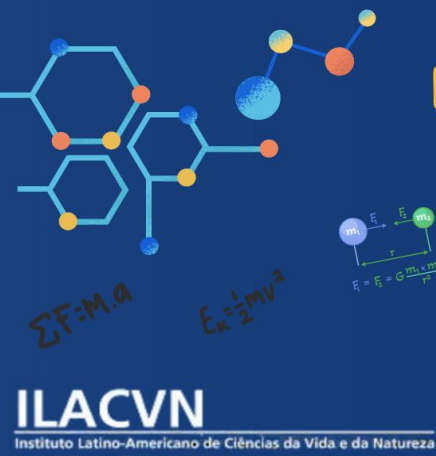
ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

Parte 1 - Processamento de Imagem

- Imagens Digitais
- Visão Computacional
- Técnicas de Processamento de Imagens
- Atividades

Parte 2 - Inteligência Artificial

- Inteligência Artificial (IA)
- Classificação de imagens (Deep Learning)
- Atividades



$f(x)$



Minicurso 5 - Advanced functional materials: routes of fabrication, characteristics, and possible applications

Edson Massayuki Kakuno², Johan Alexander Cortes Suarez², Márcio Sousa Góes¹²

¹Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

²ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

Minicurso 6 - Redação Científica

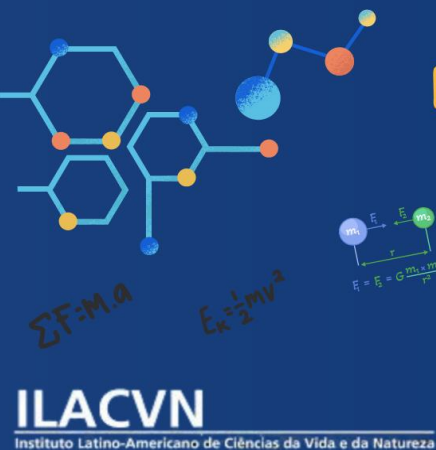
José Ricardo Cezar Salgado¹², Giuseppe Abíola Câmara da Silva³

¹Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

²ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – PR, Brasil

³Instituto de Química, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS, Brasil

SEÇÃO CAFÉ COM CIÊNCIA



Análise de materiais por difração de raios X variando a temperatura

Prof. Dr. Rodrigo Leonardo de Oliveira Basso^{1*}

¹LICF – Laboratório Interdisciplinar de Ciências Físicas, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil.

*E-mail: rodrigo.basso@unila.edu.br

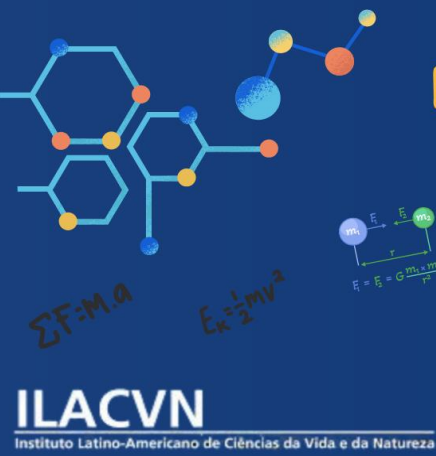
A difração de raios X variando a temperatura (temperature dependent X ray diffraction - TDXR) é uma técnica analítica que revela a interação dinâmica entre temperatura e estrutura cristalográfica nos materiais. Este método envolve submeter uma amostra a mudanças de temperatura enquanto captura simultaneamente padrões de difração de raios X. Com isso é possível investigar a resposta do material ao calor, oferecendo informações valiosas sobre transições de fase, estabilidade térmica e alterações em arranjos atômicos. Ao investigar mudanças dependentes da temperatura na estrutura cristalográfica, conseguimos melhorar nossa compreensão do comportamento dos materiais, abrindo caminhos para inovações que impactam diversos setores. Dentre as várias aplicações da TDXR, destacamos o estudo de transições de fase de estados cristalinos para amorfos, transições magnéticas; estudos dos coeficientes de expansão térmica de materiais para entender como suas dimensões mudam com a temperatura; investigação das mudanças estruturais de catalisadores para otimizar reações catalíticas em processos de fabricação química; estudo da estabilidade térmica de compostos farmacêuticos para garantir a eficácia de formulações de medicamentos; investigação das transformações minerais em altas temperaturas para entender os processos geológicos da Terra; estudo da estabilidade térmica e das mudanças estruturais de materiais usados em baterias, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia mais eficientes e seguros; análise das propriedades térmicas e transições de fase de polímeros para otimizar suas condições de processamento e melhorar seu desempenho em várias aplicações; estudos das mudanças induzidas pela temperatura em materiais relevantes para processos ambientais, como a decomposição térmica de poluentes ou a estabilidade de materiais usados na remediação ambiental. Com esse potencial de aplicação, mostraremos como essa técnica pode auxiliar nas pesquisas realizadas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada da UNILA.

[1] Ptak, M., Maczka, M., Gağor, A., et al. (2013). **J Solid State Chem**, 201, 270.

[2] Yadav, A. K., Verma, A., Kumar, S., et al. (2018). **J Appl Phys**, 124102, 123.

[3] Lufaso, M.W., Mugavero, S. J., Gemmill, W.R., et al. (2007). **J Alloys Compd**, 433, 91.

[4] Singh, P., Kumar, A., Kaushal, A., et al. (2008). **Bull Mater Sci**, 31, 573.



$f(x)$



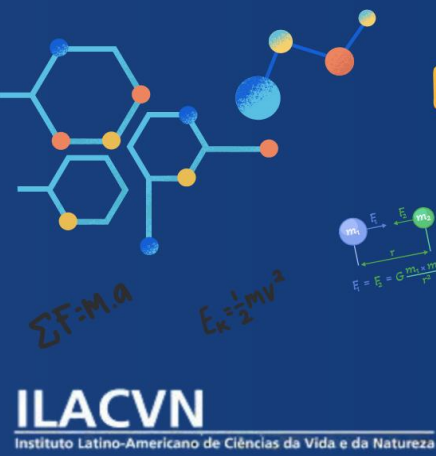
Café com Ciência: Aprendizado de máquina quântico

Raphael Fortes Infante Gomes^{1*}

¹ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Brasil.

*E-mail: raphael.gomes@unila.edu.br

O Aprendizado de Máquina (Machine Learning) transformou radicalmente a maneira com a qual interagimos e lidamos com conjuntos de dados. Essa área de conhecimento se faz presente em uma vasta gama de aplicações, como na programação da Inteligência Artificial (I.A.) de robôs, algoritmos de recombinação genética e softwares de reconhecimento facial. O funcionamento de tais sistemas é pautado em análises de conjuntos de dados volumosos, forçando algoritmos e recursos computacionais a operarem em condições próximas de seus respectivos limites. De um modo geral, o processamento e o intercâmbio de dados podem ser modelados através de conceitos associados à Teoria da Informação Clássica. Todavia, com a miniaturização progressiva da tecnologia, verificamos que os fenômenos quânticos assumem um protagonismo cada vez maior nas escalas de tecnologia de processamento de informação presentes nos dispositivos atuais, em contraste com os efeitos descritos de modo generalizado pela Física Clássica. Sob tais condições, a interface entre a Física Quântica e o Aprendizado de Máquina gera dois cenários promissores: se de um lado estima-se que os algoritmos de Machine Learning possam ser aplicados na compreensão e no controle de sistemas quânticos, do outro há a expectativa de que os dispositivos computacionais quânticos aprimorem o desempenho de algoritmos de Aprendizado de Máquina para solucionar problemas que hoje situam-se além do limiar das máquinas contemporâneas. Com o advento dos primeiros computadores quânticos que permitem a execução de algoritmos em nuvem, aliado às colaborações estabelecidas entre os profissionais envolvidos no projeto e alguns dos desenvolvedores desses dispositivos, vamos explorar o potencial de inovação tecnológica inerente a ambos os cenários sob a ótica da Teoria da Informação Quântica e do Aprendizado de Máquina Quântico. Os conceitos básicos referentes a esses e outros temas serão discutidos no “Café com Ciência” durante a realização da I Escola de Física Aplicada da UNILA.



$f(x)$



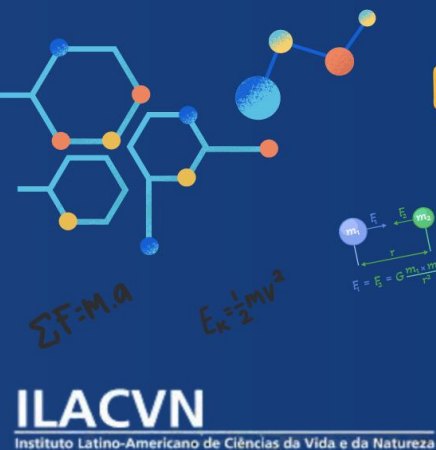
Café com Ciência: Inteligência Artificial

Joylan Nunes Maciel^{1*}

¹ILATIT, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Brasil.

*E-mail: joylan.maciel@unila.edu.br

A apresentação Inteligência Artificial (IA) no Café com Ciência, abordou o tema explorando seus conceitos, aplicações e desafios. Inicialmente, definiu-se a IA como uma tecnologia que aprende rapidamente, mas carece de análise crítica. Em seguida, discutiu-se o aprendizado de máquina, destacando a importância de datasets e modelos de IA. A IA generativa foi detalhada, com foco em Redes Adversariais Generativas (GANs) e modelos de linguagem como GPT, capazes de criar conteúdo novo e coerente. Foram abordadas diversas aplicações da IA, como automação, otimização, previsão e criação, além de desafios éticos e técnicos, como vieses nos dados, privacidade, legislação e o caráter de "caixa preta" de muitos sistemas. São mencionados impactos sociais, como a substituição de profissões por IA e o uso de drones controlados por IA em conflitos. Por fim, a apresentação questionou se a sociedade está preparada para lidar com a IA, tanto no âmbito acadêmico e profissional quanto pessoal, e incentiva a reflexão sobre como utilizar essa tecnologia de forma ética e eficaz. Além disso, tem-se o problema dos vieses nos dados que deve ser considerado com muita atenção. A conclusão reforça a necessidade de compreender os diferenciais humanos frente às capacidades da IA..



$f(x)$



Estudo ab initio das propriedades eletrônicas e de armazenamento de hidrogênio de MgH_2 com dopagem de Cu , Ni , Mn e Zn

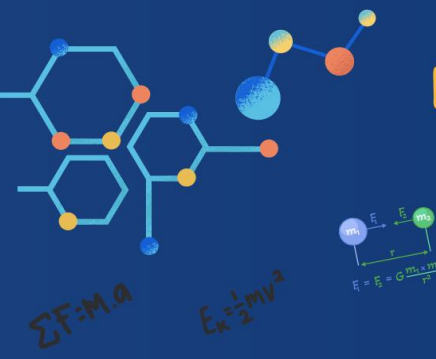
Rodrigo Santos da Lapa^{1*}

¹ ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Brasil.

*E-mail: rodrigo.lapa@unila.edu.br

Nas décadas recentes, a busca por energias limpas e sustentáveis tem ocupado lugar de destaque na comunidade científica. A possível escassez de combustíveis fósseis e de suas reservas num futuro próximo já é fato. Todavia, isto tem contribuído para o contínuo avanço em direção a um horizonte com soluções sustentáveis de baixo custo e, também, ecologicamente corretos em todo o mundo. Dentre as potenciais soluções está no desenvolvimento de fontes limpas tais como, eletricidade e hidrogênio, ou ainda, a combinação entre elas. Um dos exemplos de aplicação que deve ser evidenciado, neste contexto, são as células combustíveis de hidrogênio, já que elas têm mostrado grande impacto na indústria de transporte. Estas células possuem densidade de energia consideravelmente maior que as baterias convencionais atuais [1]. Atualmente, incansáveis esforços têm sido dirigido, tanto do ponto de vista da pesquisa básica quanto de experimentos na aplicação destas tecnologias, contudo, alguns obstáculos, principalmente no que diz respeito ao complexo processo de armazenamento do hidrogênio e, também, o alto custo de armazenamento têm sido encontrados. Na busca de soluções, uma nova perspectiva com tecnologias alternativas de materiais para o armazenamento de hidrogênio em estado sólido e tem surgido e vem sendo bastante promissora tanto teoricamente, quanto experimental. Dentre vários materiais de armazenamento de hidrogênio em estado sólido, o hidreto de magnésio (MgH_2) se destaca por sua alta capacidade de armazenar hidrogênio, leveza e relação custo-benefício, contudo, sua aplicação prática está limitada pela sua estabilidade térmica alta e pela cinética lenta de dessorção de hidrogênio, que necessita de temperaturas acima de $3000\text{ }^\circ\text{C}$ para liberá-los. Neste trabalho, do ponto de vista teórico, estudos baseados na Teoria do Funcional da Densidade (DFT) têm sido realizados para explorar o impacto destas tecnologias alternativas. Utilizamos a DFT conforme implementado no código SIESTA para prever as propriedades termodinâmicas Eletrônicas e de armazenamento do hidreto (MgH_2) dopado com os metais Mn , Ni , Cu e Zn . Utilizamos as aproximações GGA-PBE para os funcionais da energia de troca e correlação bem como os pseudopotenciais de norma conservada. Como resultado, apresentamos as densidades de estados eletrônicos (DOS), densidades de estados projetadas (PDOS), densidades de estados locais (LDOS) além das energias de ligação, adsorção e dessorção. Concomitantemente, comparamos nossos resultados com resultados e dados obtidos na literatura.

[1] K. Reddad, H. Labrim, D. Zejli, R. El Bouayadi. **International Journal of Hydrogen Energy** V87, 18 (2024).



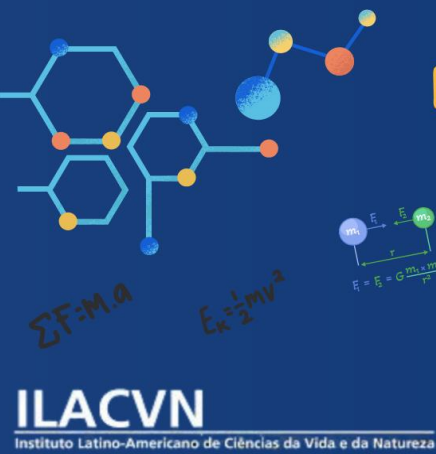
Gravidade Modificada

Abraão J. S. Capistrano^{1*}

¹Universidade Federal do Paraná, Palotina, Brasil.

*E-mail: capistrano@ufpr.br

Gravidade modificada tem se apresentado como grande paradigma atual em Cosmologia dado seus mais variados desdobramentos nos problemas atuais dessa área. Nesta primeira Escola de Física Aplicada, do Programa de Pós-graduação em Física Aplicada, da Unila, iremos apresentar brevemente os desafios desse ramo teórico bem como outros temas de interesse, como a física de Buracos negros.



Magnetic measurements, by means of a magneto-optical installation with pulsed magnetic field

Gustavo de Jesus López Nunez^{1*}

¹*Latin American Institute of Life and Nature Sciences (ILACVN). Federal University for Latin American Integration. Foz do Iguaçu. Paraná. Brazil.*

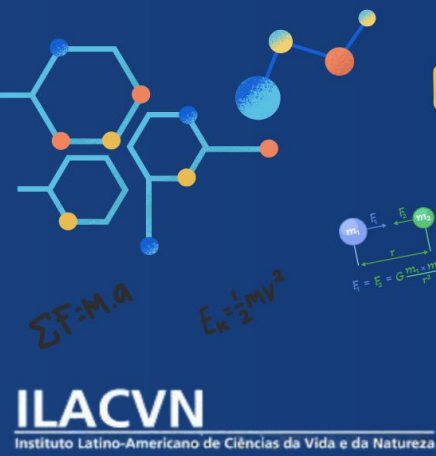
*E-mail: Gustavo.nunez@unila.edu.br

Although the magneto-optical properties of magnetic metals have been known for more than a hundred years, it is only in the last two decades that a great deal of interest has been focused on this topic. One of the reasons is their possible application in high-density data storage technology, which peaked with the production of Blu-ray discs and was then forgotten. Recently, a team of scientists from the Shanghai University of Science and Technology and the Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics developed an optical disc capable of storing up to 1.6 petabytes of data, the equivalent of 10,000 Blu-ray discs or 200 terabytes. The newly developed optical disc technology is based on a 3D planar recording architecture that allows data to be stored in hundreds of layers.

Initially, the analysis of magneto-optical effects helped to elucidate the fundamental principles of quantum mechanics and electromagnetism. With the introduction of laser technology and the creation of magnetic bubbles that allowed perpendicular recording, the increase in information storage was considerable; however, optical recording remained stationary for several years. In recent times, linked to nanomagnetism and the development of two-dimensional materials, magneto-optics has expanded enormously, and there is a race to find new magneto-optical materials. At present, magneto-optics is being applied in various fields, such as pharmaceutical development, spectroscopy, theranostics, sensing, and magnetometry.

This paper explains the different magnetometry techniques that use magneto-optical effects as a measurement principle and describes a pulsed field magneto-optical magnetometer assembled by the author at the Magnetic NanoMaterials Laboratory of the Institute of Physics of the Federal University of Rio de Janeiro. Measurements performed on Fe-Cu samples are described and compared with measurements on commercial equipment.

PRIMEIRA ESCOLA DE FÍSICA APLICADA



Mulheres na Engenharia Física: Um projeto de extensão

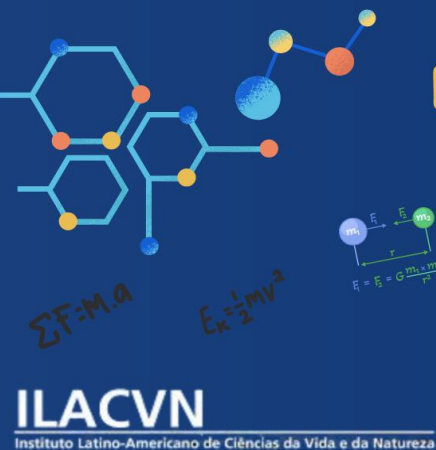
Dáfni Fernanda Zenedin Marchioro^{12*}, Gabriele Thamires Muller¹, Leen El Okdi¹, Maria Luisa Mazzochi Banck¹

¹Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil.

²ILACVN, Federal University of Latin American Integration (UNILA), Foz do Iguaçu, Brazil

*E-mail: dafni.marchioro@unila.edu.br

Nesta apresentação falaremos sobre o projeto de extensão “Incentivo ao ingresso e permanência de mulheres no curso de Engenharia Física da UNILA”, cuja finalidade é promover informação às estudantes do ensino médio de Foz do Iguaçu sobre o curso de Engenharia Física, além de criar um espaço seguro e acolhedor às estudantes do curso no momento. O projeto começou a ser executado em novembro/2024, e pretendemos nesta apresentação falar sobre o status atual e o que pretendemos fazer.



Multiferroic Materials: Innovation and Challenges in Modern Science

Johan Alexander Cortés Suárez^{1*}

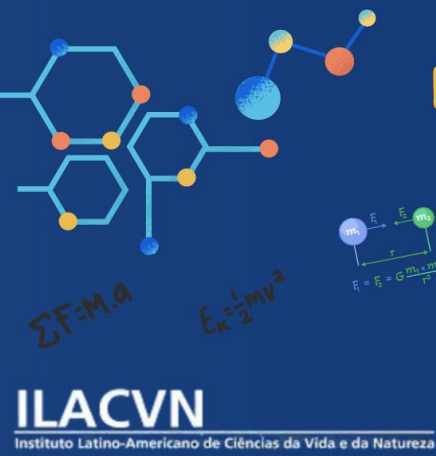
¹*Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Brasil.*

*E-mail: johan.suarez@unila.edu.br

Multiferroic materials are a class of compounds that exhibit two or more ferroic properties simultaneously, such as ferroelectricity, ferromagnetism, and ferroelasticity. These unique characteristics enable coupling between magnetic and electric fields, opening pathways to multifunctional applications. In today's technological landscape, these materials are crucial for the development of energy-efficient memory devices, high-sensitivity sensors, spintronic systems, and components for sustainable energy solutions. Among the most studied, BiFeO₃ (BFO) stands out for its coexistence of ferroelectric and antiferromagnetic properties at room temperature, making it a promising candidate for advanced technologies. The potential of multiferroics lies in their ability to integrate functionalities, but challenges such as high leakage currents, phase stability, and limited coupling efficiency remain significant obstacles. In the context of Brazil, research efforts are advancing through innovative synthesis methods, such as solid-state reaction and sol-gel techniques, aiming to optimize the structural and functional properties of these materials. Despite limitations in funding and infrastructure, collaborations between academia and industry are essential for overcoming barriers and accelerating innovation. Understanding multiferroics not only deepens our knowledge of material science but also addresses global demands for smart, efficient, and sustainable technologies.

[1] Wu, X., Zhang, X., & Wang, H. (2021). Recent advances in multiferroic materials: Synthesis, properties, and applications. **Materials Today**, 45, 20-38.

[2] Lu, S., Yang, H., & Chen, W. (2020). Multifunctional perovskite multiferroics: Progress and perspectives. **Advanced Functional Materials**, 30(29), 1908911.



$f(x)$



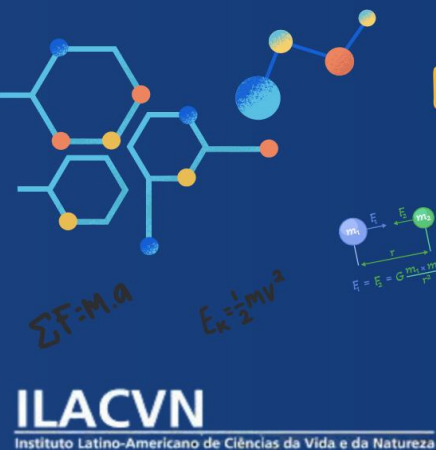
Neutrino Physics at the UNILA

Alexander Argüello Quiroga^{1*}

¹ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brazil.

*E-mail: alexander.quiroga@unila.edu.br

In this short seminar, i would like to introduce very briefly my research area and to present what are, currently, some of the different projects that I am involved in with other researchers around the world. The main goal with this is to show, to anyone who might be interested, what are the possibilities for working together.



O que é o Método de Rietveld e por que o seu uso é desafiador?

Márcio de Sousa Góes^{1*}

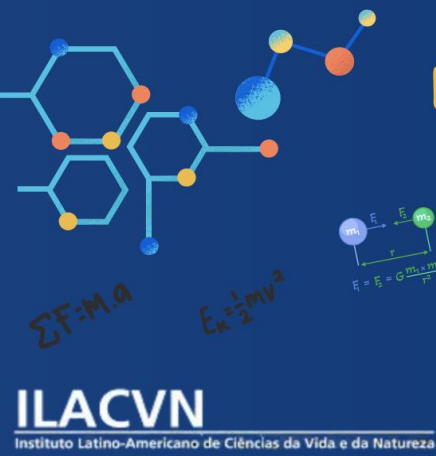
¹Grupo Interdisciplinar em Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

*E-mail: marcio.goes@unila.edu.br

A técnica de difração de raios X (DRX) é uma das técnicas mais básicas e comum na área de estudo de materiais. A partir desta técnica é possível “encontrar” ou “não encontrar” o que se busca (estrutura cristalina ou sua não confirmação) em um determinado material e, assim, correlacionar com uma determinada propriedade específica de interesse. No entanto, em grande parte das aplicações, o padrão de difração precisar estar compatível com uma estrutura previamente determinada e catalogada em um banco de dados de estruturas cristalinas, o que pode representar um desafio. Além disso, a maior parte dos usuários restringe o seu uso em apenas identificar de fase(s) qualitativamente. Considerando essa segunda parte, o Método de Rietveld (MR) [1-2] tem como possibilitar outras informações a partir de dados de DRX. Diferentemente da análise usual ou tradicional, o MR considera todo o padrão de difração, e não apenas as intensidades dos picos. Assim, partir da comparação entre os padrões medidos e calculados, é possível refinar o modelo da estrutura cristalina e obter informações adicionais da amostra, como a análise quantitativa de fases e o tamanho dos cristalitos. Porém, o seu uso não é trivial e requer atenção e cuidados específicos, tornando o seu uso mais desafiador. Assim, neste trabalho vamos abordar alguns pontos importantes para facilitar a utilização do MR, buscando torná-lo mais acessível e compreensível para futuros usuários.

[1] Young, R. A. (1993). **Introduction to the Rietveld method**. The Rietveld Method, 1-38.

[2] Para, T. A.; Sarkar, S. K. (2021). Challenges in Rietveld refinement and structure visualization in ceramics. **Advanced Ceramic Materials**, 10, 251.



Processos de Penrose e a aceleração de astropartículas

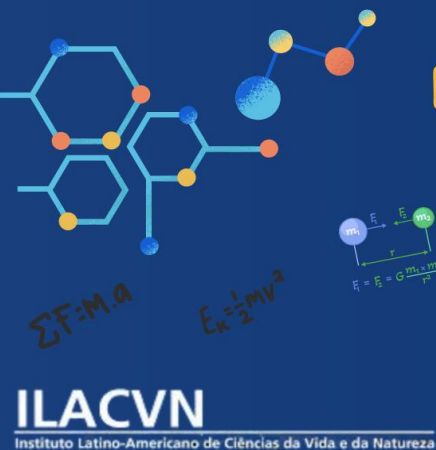
Carlos H. Coimbra Araújo^{1,2*}

¹*Departamento de Engenharias e Exatas, Universidade Federal do Paraná, Palotina, PR.*

²*Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR.*

*E-mail: carlos.coimbra@ufpr.br

Logo após a descoberta da métrica de Kerr em 1963, percebeu-se que uma região existia fora do horizonte de eventos do buraco negro onde nenhum observador temporal poderia permanecer estacionário. Em 1969, Roger Penrose mostrou que partículas dentro dessa região da ergosfera poderiam possuir energia negativa, medida por um observador no infinito. Quando capturadas pelo horizonte, essas partículas de energia negativa essencialmente extraem massa e momento angular do buraco negro. A colisão de múltiplas partículas nessa região pode atingir energia de centro de massa arbitrariamente alta, de acordo com os padrões rotacionais do buraco negro. As partículas resultantes podem escapar com alta eficiência, potencialmente servindo como um auxiliar no entendimento da física de astropartículas de alta energia. Na nossa breve apresentação, revisaremos a história desta descoberta, destacando as principais aplicações na astrofísica de buracos negros, além de outras potenciais aplicações, como o estudo da aniquilação de prováveis partículas de matéria escura na vizinhança de um buraco negro supermassivo.



Research Group on Electrochemistry and Materials Characterization

José Ricardo Cezar Salgado^{1*}

¹*Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, UNILA, Foz do Iguaçu-PR, Brasil*

²*Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu-PR.*

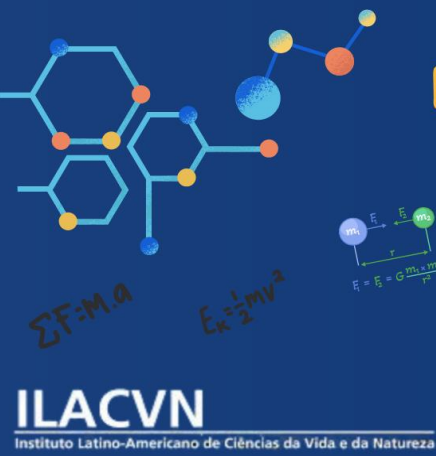
³*Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada, Foz do Iguaçu-PR.*

*E-mail: jose.salgado@unila.edu.br

Doctor José Ricardo Cezar Salgado is currently pursuing a full-time fellow chemistry teacher and researcher in the field of physical chemistry, with an emphasis on materials and electrochemistry at the Federal University of Latin American Integration (UNILA). He also works in the Interdisciplinary Postgraduate Program in Energy and Sustainability (PPGIES) at the same institution. Leader of the Research Group in Electrochemistry and Characterization of Materials, working in 1) Development of electrocatalysts for reactions in fuel cells; 2) Electrochemical exfoliation of graphite from batteries to obtain graphene and 3) Recycling of batteries and lithium-ion batteries. Here your line of research and extension will be presented.

[1] <http://lattes.cnpq.br/3914867445646676>.

[2] <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/3117906628754250>.



$f(x)$



Tópicos em Física Geral: Sistemas complexos, cristais líquidos e um pouco de Física Básica

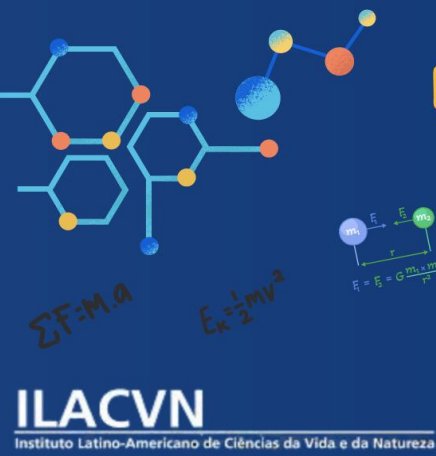
Eduardo do Carmo^{1*}

¹ Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, UNILA, Foz do Iguaçu-PR, Brasil.

*E-mail: Eduardo.carmo@unila.edu.br

Os três pilares da física moderna são a mecânica quântica, a relatividade e a mecânica estatística. Esta última é a mais versátil das três recebendo atualmente muita atenção da comunidade acadêmica que estuda sistemas biológicos, sociais, econômicos e computacionais. Em termos gerais a mecânica estatística tem por objetivo estudar sistemas compostos por um grande número de "entidades" interagentes e prever o comportamento macroscópico (coletivo) desses sistemas através das leis fundamentais que regem a dinâmica microscópica das entidades individuais. Em certa medida, esses também são os objetivos de uma área da ciência moderna batizada por física dos sistemas complexos que lida justamente com os sistemas supracitados. Assim, os sistemas estudados sob a luz da mecânica estatística, tais como, gases fracamente interagentes e magnetos, por exemplo, podem ser considerados como as formas mais simples de sistemas complexos. Nesse contexto apresentaremos alguns tópicos de estudo em modelos estatísticos para a fase liquidocristalina nemática que permitem a existência de uma fase biaxial estável, bem como alguns modelos para a genética e dinâmica de populações.

Além disso também mostraremos alguns sistemas simples que estudamos motivados por interesse em ensino e divulgação da física.



X-ray science: spectroscopy, optics and imaging

Marcelo Gonçalves Hönnicke^{1*}

¹*Programa de Pós-graduação em Física Aplicada (PPFGISA), Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Brasil.*

*E-mail: Marcelo.honnicke@unila.edu.br

X-ray imaging, X-ray optics and X-ray spectroscopy, are active science topics for more than 100 years, since the official discover of X-rays in 1895 [1]. Nowadays, there is a need for up-to-date instrumentation for novel X-ray spectroscopy and X-ray imaging experiments with high brilliance conventional X-ray sources (conventional microfocus, rotating anode microfocus, plasma focus, and metal-jet microfocus) [2, 3], as well as, with third and fourth generation synchrotron sources [4]. In the imaging field, the challenge is to have a high contrast imaging system with exposition time compatible with the actual X-ray imaging systems. In spectroscopy, multi-modal imaging techniques have been required to be used/implemented in synchrotrons and conventional X-ray sources. Herein, it will be present some projects developed and/or in progress, at UNILA, on these different topics of X-ray science.

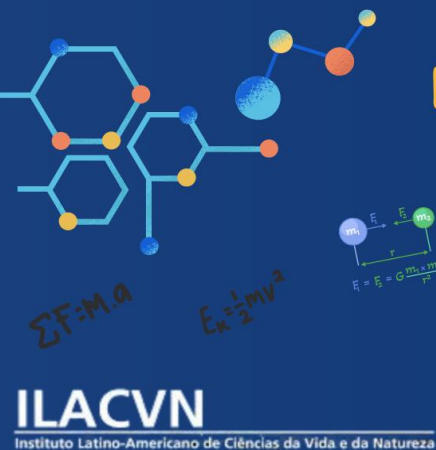
[1] Roentgen, W. C., **Nature** 53, 274–276 (1896).

[2] Hussain, S., Shafiq, M., Ahmad, R., Waheed, A., Zakaullah, M., **Plasma Sources Sci. Technol.** 14, 61 (2005).

[3] Tuohimaa, T., Otengal, M., Hertz, H. M., **Appl. Phys. Lett.** 91, 074104 (2007).

[4] Liu, L., Neuenschwander, R. T., Rodrigues, A. R. D., *Phil. Trans. R. Soc. A* 377, 20180235 (2019).

SEÇÃO PÔSTERES



Advanced Multiferroic Materials: Exploring BiFeO_3 , ZnFe_2O_4 , and BaTiO_3 for Multifunctional Applications

Melany Monserrath Lou^{1*}, Johan Alexander Cortés Suárez¹

¹ILACVN, Federal University of Latin American Integration (UNILA), Foz do Iguaçu, Brazil

*E-mail: mml.valinotti.2016@aluno.unila.edu.br

This study focuses on BiFeO_3 (BFO), ZnFe_2O_4 (ZFO), and BaTiO_3 (BTO) systems for multifunctional applications. BFO was synthesized using the polymeric precursor method (Pechini) and solid-state reaction, evaluating the effects of Bi^{3+} excess (2.5%, 5%, and 10%) and calcination temperatures (450 °C – 550 °C). It was confirmed that 96.29% of the perovskite phase formed with 5% excess Bi^{3+} at 550 °C. When sintered, the samples with excess Bi showed the presence of $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ in the XRD analysis (Figure 1). ZFO exhibited a single-phase spinel structure above 400 °C, while BTO achieved nanometric particle sizes after high-energy milling. Composites containing 50% ZFO and 50% BTO demonstrated cationic interactions, suggesting promising multiferroic properties. Electrical impedance spectroscopy elucidated polarization mechanisms and their structural correlations, as highlighted in recent works [1, 2]. These findings are essential for advancing the development of magnetic sensors, energy storage devices, and flexible electronics by optimizing the interaction between ferroelectric and magnetic phases.

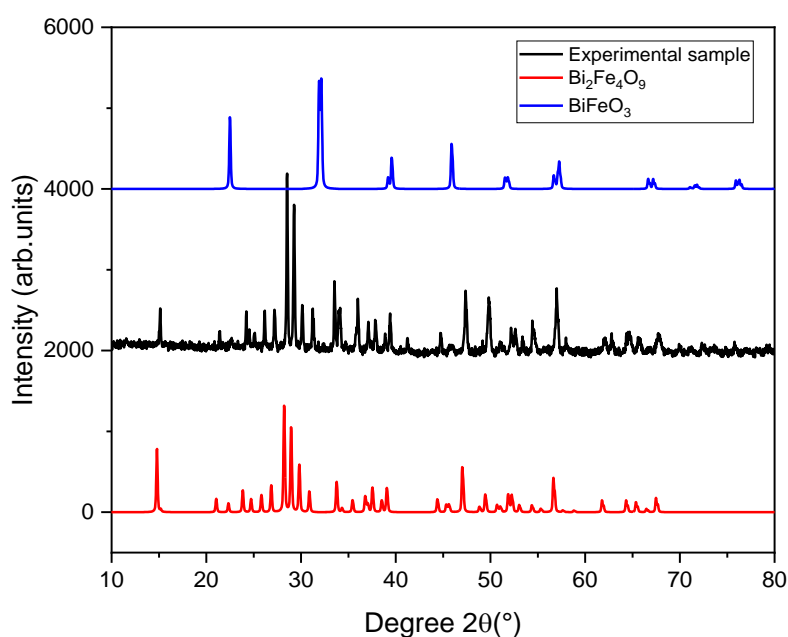
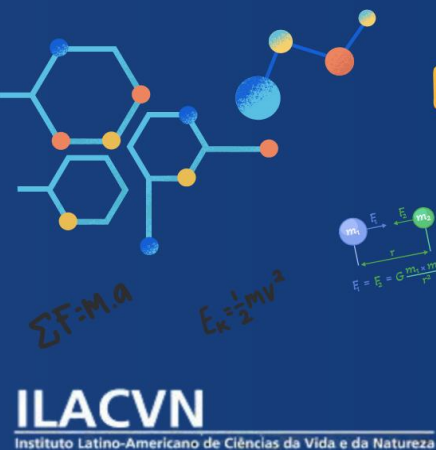


Figure 1. XRD pattern of experimental BiFeO_3 compared to $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ and BiFeO_3 references.

[1] Yadav RS, Kuřitka I, et al. *J Phys Chem Solids*, 110, 87–99 (2017).

[2] Gupta A, Chatterjee R. *J Appl Phys*, 106, 318–329 (2009).



Extracción del colágeno tipo I a partir de la piel de Tilapia del Nilo asistida con ultrasonido

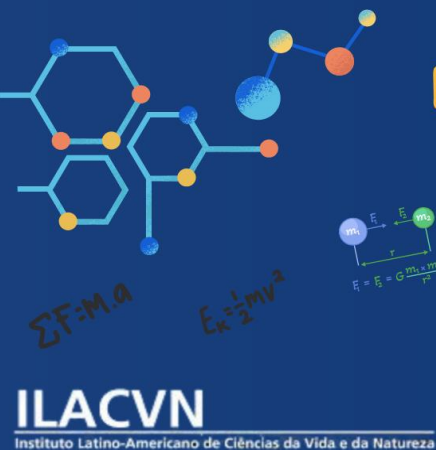
Junior Garcia-Candido^{1*}, Omayra B. Ferreiro¹², Monteiro-Magna²

¹*Departamento de Ingeniería y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Central, Paraguay.*

²*Laboratorio de Bio y Materiales, Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, P.O. Box 2111, San Lorenzo, Central, Paraguay.*

*E-mail: jjc20011@gmail.com

La tilapia del Nilo es uno de los peces más producidos en Paraguay, que genera un alto porcentaje de residuos y/o subproductos, como escamas, aletas y pieles. Por otro lado, el colágeno tipo I es un biomaterial de gran importancia y vasta aplicación para la industria farmacéutica, alimenticia y la ingeniería de tejidos. Sin embargo, el tiempo de extracción del colágeno puede extenderse considerablemente con los métodos de extracción convencional, como la extracción con ácido acético o pepsina. En este contexto, este trabajo pretende describir una ruta de extracción ácida asistida con ultrasonido del colágeno tipo I a partir de la piel de tilapia del Nilo. Los resultados indicaron que las extracciones asistidas con ultrasonido aumentaban el rendimiento de extracción en comparación con el método convencional. La morfología del colágeno extraído presentaba una estructura característica con filamentos interconectados aleatoriamente y morfología superficial arrugada y porosa. El análisis FTIR mostró bandas de amidas A, B, I, II y III, características del colágeno, con una relación de Amida III/Anillos de pirrolidina menor para las extracciones asistidas con ultrasonido, que podría indicar una estructura de la triple hélice más dañada. Estos resultados indican que es posible extraer colágeno a partir de la piel de tilapia del Nilo al aplicar un método asistido con ultrasonido para reducir el tiempo de extracción.



Influence of Al^{3+} Doping on the Electrical and Microstructural Properties of $CaCu_3Ti_4O_{12}$ Ceramics

Esdras Rebecchi de Almeida^{1*}, Johan A. Cortés Suárez¹, Rodrigo L. de Oliveira Basso¹
¹ILACVN, Federal University of Latin American Integration (UNILA), Foz do Iguaçu, Brazil
 *E-mail: er.almeida.2018@aluno.unila.edu.br

Calcium copper titanate ($CaCu_3Ti_4O_{12}$), known as CCTO, is a ceramic with a high dielectric constant [1,2] and multifunctional properties such as varistor response [3], photoluminescence, and sensing capabilities. This study investigated the effects of adding 1 wt. % of Al^{3+} on the electrical properties of CCTO. Samples were synthesized using the solid-state reaction method, followed by milling, calcination at 900 °C, and sintering at 1050 °C [4]. X-ray diffraction (XRD) analyses revealed the formation of secondary phases, such as $CuAl_2O_4$, which influenced grain size and sample density [5], as observed via scanning electron microscopy (SEM). Electrical characterization was performed using impedance spectroscopy and varistor response analysis. The results showed an increase in dielectric permittivity by one order of magnitude and improved thermal stability in samples with Al^{3+} , while the dielectric loss remained low at frequencies between 10 kHz and 100 kHz. The addition of aluminum enhanced the varistor response, making the material more efficient for applications in overvoltage protection devices.

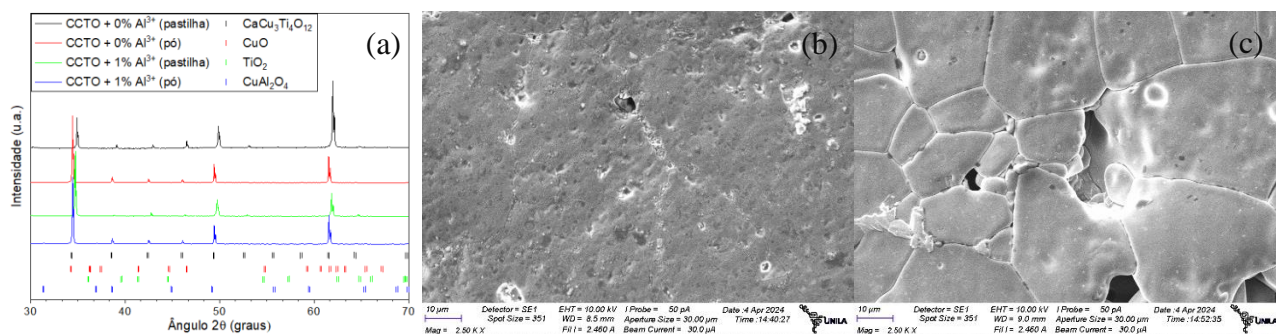
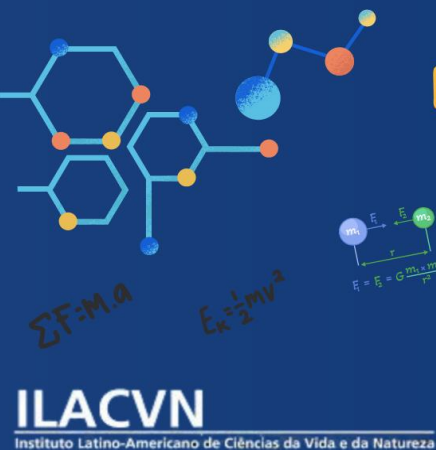


Figure 1: (a) XRD for powder and bulk samples; SEM of bulk samples: (b) CCTO + 0% and (c) CCTO + 1%.

| | $E_r (V \cdot cm^{-1})$ | $I_f (\mu A)$ | α | ϵ' | $\tan \delta$ |
|-----------|-------------------------|---------------|----------|-------------|---------------|
| CCTO + 0% | 165,94 | 1,22 | 3,00 | 8119,32 | 0,16 |
| CCTO + 1% | 40,74 | 0,37 | 3,80 | 40440,23 | 0,40 |

Table 1: Electrical analysis results for CCTO samples with 0% and 1% wt. Al^{3+} addition.

[1] Subramanian, M. *et al* (2000). **Journal of Solid-State Chemistry**, 151, 323 – 325.
 [2] Boonlakhorn, J. *et al* (2021). **Molecules**, 26, 3294.
 [3] Chung, S. Y. *et al* (2004). **Nature Material**, 3, 774 – 778.
 [4] Boonlakhorn, J. *et al* (2023). **Ceramics International**, 49, 23099 – 23109.
 [5] Jia, R. *et al* (2014). **Materials Science and Engineering B**, 185: 79 – 85.



Nanocompósitos à base de ZnO: síntese e caracterização

Manuel Bendecene Levene^{12*}, Fábio Plut Fernandes², Janine Carvalho Padilha² e Márcio Sousa Góes²

¹Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade (PPGIES), Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil.

²Grupo Interdisciplinar em Materiais Avançados e Funcionais (GRIMAF), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

*E-mail: manuellevene@gmail.com

Os nanocompósitos à base de óxido de zinco têm emergido como materiais promissores devido à sinergia entre as propriedades individuais de cada composto. Assim, neste trabalho apresenta a síntese e caracterização de nanocompósitos à base de ZnO (Z) e nanografite, “ZnO + grafite (ZG)”, obtidos pelo método hidrotérmico a partir do $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ como precursor [1] e sonicação. Os resultados de difração de raios X mostram a presença da fase ZnO (wurtzita) e do composto (Figura 1). As micrografias obtidas pela microscopia eletrônica de varredura mostram que para Z tem-se uma morfologia na forma de nanofios, enquanto para ZG há uma dispersão de ZnO sobre a superfície da nanografite, indicando a formação de um composto. Em suma, os resultados mostraram que as caracterizações que os compostos foram sintetizados satisfatoriamente, apresentando dimensões nanométricas que podem potencializar sua aplicação em processos fotocatalíticos.

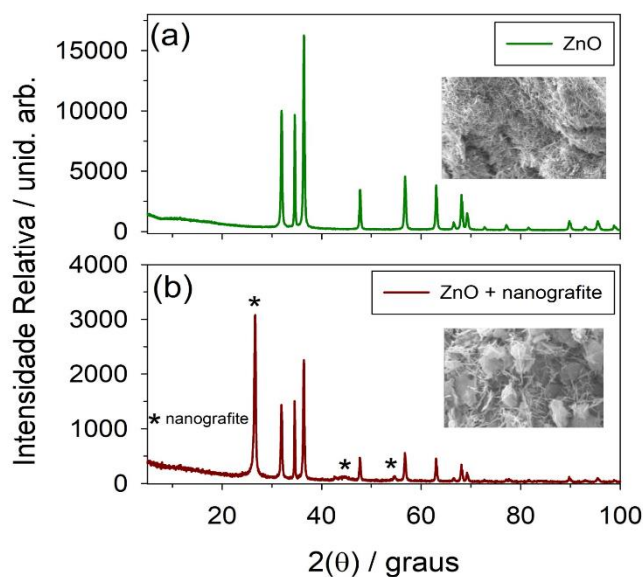
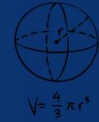
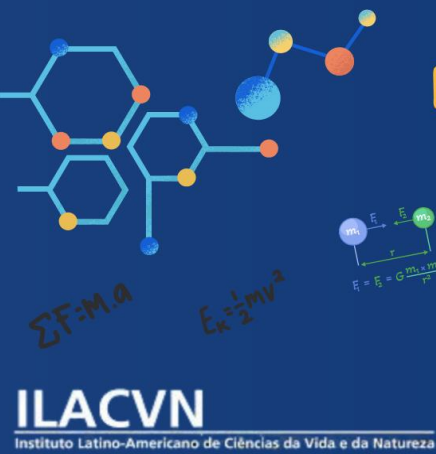


Figura 1: Padrões de difração de raios X. a) ZnO Puro e b) Compósito (ZnO + nanografite).

[1] Bernardi, J. H. et al, (2023). **Bull. Material. Science.** 46, 38.



Simulação e construção de forno com controle PID para realização de ensaios de impedância

Kaique de Sotti Silva^{1*}, Johan Alexander Cortes Suarez¹

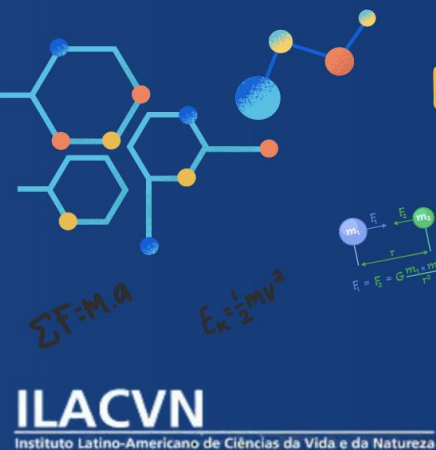
¹Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, UNILA, Foz do Iguaçu-PR, Brasil.

*E-mail: ks.silva.2018@aluno.unila.edu.br

O ensaio de impedância é uma técnica amplamente utilizada para medir a oposição de um material ao fluxo de corrente alternada (AC). A impedância é uma grandeza complexa, composta por uma parte real (resistência) e uma parte imaginária (reatância), que varia conforme as propriedades elétricas do material e a frequência aplicada. Nos semicondutores, a medição da impedância em diferentes temperaturas permite investigar características como mobilidade de portadores de carga, transições de fase e o comportamento dinâmico do material. Alterações na temperatura podem modificar a estrutura eletrônica dos semicondutores, afetando diretamente a impedância e, conseqüentemente, a performance do semicondutor quando aplicado em dispositivos eletrônicos. Portanto, um controle preciso da temperatura é essencial para garantir que as medições de impedância sejam confiáveis e representem fielmente as propriedades dos materiais sob análise. Para atender à necessidade de controle preciso da temperatura, foi desenvolvido um forno de baixo custo, com controle de temperatura por meio de um sistema PID (Proporcional, Integral, Derivativo) em série, destinado a ensaios de impedância. A capacidade de atingir até 150 °C com estabilidade térmica é essencial para garantir a precisão nos ensaios de semicondutores e fechar o arco de impedância, onde variações mínimas de temperatura podem comprometer os resultados. O uso de um controle PID permite uma resposta eficiente a flutuações térmicas, mantendo a temperatura do forno de forma constante, com ajustes automáticos que reduzem o erro em relação ao ponto de ajuste (*setpoint*). Essa precisão é fundamental em aplicações de ciência dos materiais, onde o comportamento dos materiais em diferentes temperaturas influencia diretamente a análise de suas propriedades elétricas, como a impedância. O forno foi construído utilizando resistência de níquel-cromo, tubos de alumina para isolamento térmico, e um Arduino Nano responsável pelo controle, processando os dados recebidos de um termopar acoplado ao sistema, que realiza o monitoramento contínuo da temperatura. A interface gráfica desenvolvida por meio do *Processing* permite monitorar e ajustar a temperatura do forno em tempo real. Os coeficientes K_p , K_i e K_d foram inicialmente calculados pela regra de Ziegler-Nichols, resultando em $K_p = 8,4$; $K_i = 0,21$ e $K_d = 84$, sendo ajustados posteriormente para $K_p = 20$; $K_i = 40$ e $K_d = 10$, com base em testes de estabilidade térmica e tempo de resposta obtidos em simulação usando o *SimuLink*. Durante os ensaios, foi realizada a curva temperatura X tempo, validando o desempenho esperado. O forno demonstrou estabilidade em 180 segundos, com precisão de $\pm 0,1^\circ\text{C}$, atendendo às exigências para a aplicação em análises de impedância com temperatura.

[1] Nise, Norman S. **Engenharia de controle de sistemas**. 6^a ed. São Paulo: LTC, 2012.

[2] Ogata, Katsuhiko. **Engenharia de controle moderno**. 5^a ed. São Paulo: Pearson, 2010.



Study of Artificial Intelligence to Assist in the Classification of Materials by Raman Spectroscopy

Bruno Henrique Dourado Macedo^{1,2*}, Willian Zalewski^{1,2}

¹ILACVN, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil

²LACA, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

*E-mail: brunohdmacedo@gmail.com

The recent development of materials has driven technological progress in areas such as electronics and aerospace. Traditional discovery methods are slow and costly, but advances in computational power and large databases have opened new opportunities in materials science (G1, 2024). The integration of machine learning with simulations and experimental data has revolutionized the field, enabling efficient data analysis and property prediction. Databases such as COD, ICSD, and RRUFF are essential for crystalline data, while CCDC supports non-crystalline materials [1]. In the study by Sang et al. (2021) [2], a 1D CNN was developed for mineral classification using Raman spectra, outperforming classical models like KNN, Decision Tree, Random Forest, and SVM. The CNN achieved an accuracy of 98.43%, surpassing KNN ($k = 1$: 96.76%, $k = 5$: 93.76%), Decision Tree (77.76%), Random Forest (74.60%), and PCA+SVM (*linear*: 97.72%, *rbf*: 86.67%). Few algorithms were tested, and previous studies often relied on a single train-test split, potentially introducing bias. This study aims to establish a benchmark by evaluating 15 machine learning algorithms. Using the RRUFF repository, which contains 8,950 Raman spectra across 1,704 classes, the analysis focused on Dataset_1 (192 classes, 5,292 spectra). A stratified holdout strategy of 70/30% was applied for training and testing. The model-building and evaluation process was repeated 30 times, with different train-test splits in each iteration to minimize sampling bias [3]. The experiments were conducted on Google Cloud using an N2 family machine with 32 vCPUs and 32 – 128 GB of RAM. Compared to the 1D CNN (98.43% accuracy), among classical models, Logistic Regression (LR) achieved 96.73%, demonstrating its efficiency with large datasets and multiple classes. Establishing a benchmark is crucial for providing a solid foundation for future studies.

[1] Pagliarini, Rafael. O paradigma que nasce da ciência intensiva de dados. **Ciência Hoje**, 24 fev. 2022. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-paradigma-que-nasce-da-ciencia-intensiva-de-dados/>. Acesso em: 21 maio 2024.

[2] Sang, X.; Zhou, R.; LI, Y.; Xiong, S. One-Dimensional Deep Convolutional Neural Network for Mineral Classification from Raman Spectroscopy. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 40, n. 2, p. 3927-3938, 2021.

[3] Dourado Macedo, B. H.; Zalewski, W. Processamento automático de curvas de luz para a identificação de exoplanetas por meio de uso de algoritmos de aprendizado de máquina. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S. l.], p. e024021, 2024. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/1403>. Acesso em: 1 dez. 2024.