

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

XXVI SEMANA DA FÍSICA DA UEPG
22 a 24 DE OUTUBRO DE 2025

LIVRO DE RESUMOS



100 Anos de Mecânica Quântica:
Entre o Real e o Imaginário

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Semana da Física da UEPG

(26. : 2025 : Ponta Grossa, PR)

XXVI Semana da Física da UEPG [livro eletrônico] :
livro de resumos / organização Alexandre Camilo Jr,
Alosi Somer, Silvio Luiz Rutz da Silva. --
Ponta Grossa, PR : Ed. dos Autores, 2025.
PDF

Vários autores.

ISBN 978-65-01-79066-4

1. Física 2. Física - Estudo e ensino
3. Pesquisas 4. Pós-graduação - Brasil
I. Camilo Jr, Alexandre. II. Somer, Alosi.
III. Silva, Silvio Luiz Rutz da. IV. Título.

25-315029.0

CDD-530

Índices para catálogo sistemático:

1. Física 530

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



978-65-01-79066-4



Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual 4.0 Internacional



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS - FÍSICA
PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
BACHARELADO EM FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

LIVRO DE RESUMOS

XXVI SEMANA DA FÍSICA DA UEPG

ORGANIZADORES

Prof. Dr. Alexandre Camilo Jr

Prof. Dr. Alosi Somer

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

OUTUBRO - 2025

XXV SEMANA DA FÍSICA DA UEPG

22 a 24 DE OUTUBRO DE 2025

COMISSÃO ORGANIZADORA

Prof. Dr. Alexandre Camilo Jr- Coordenador

Prof. Dr. Aloisi Somer

Profa. Dra. Cláudia Bonardi Kniphoff da /cruz

Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. Jose Danilo Szezech Junior

Prof. Dr. Sérgio Saab

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Prof. Dr. Hernani Batista da Cruz

EQUIPE DE APOIO

Eduardo Kronbauer Soares - Mestrado em Ciências/Física Fernanda

Rodrigues Spanserki - Bacharelado em Física

Gabriel Felipe Wilchak Queiroz -Bacharelado em Física

Gabriel Scheifer - Bacharelado em Física

Gabriela Kobelnik Martins - Mestrado em Ciências/Física

Leandro Nazarko Ferreira - Mestrado em Ciências/Física

Manuela Bertelli Dimbarre - Bacharelado em Física

Maria Eduarda Oshiro Paixão - Bacharelado em Física

Matheus Diniz Moro - Mestrado em Ciências/Física

Rafaely de Fátima Perek - Mestrado em Ciências/Física

Rogério Oliveira dos Santos - Bacharelado em Física

Thiago Takaji Tsutsui - Doutorado em Ciências/Física



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



XXV SEMANA DA FÍSICA DA UEPG

22 a 24 DE NOVEMBRO DE 2025

COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof. Dr. Alexandre Camilo Jr

Prof. Dr. Aloisi Somer

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Profa. Dra. Cláudia Bonardi Kniphoff da Cruz

Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. Jose Danilo Szezech Junior

Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Prof. Dr. Hernani Batista da Cruz

Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira

Prof. Dr. Lucas Stori de Lara

PREFÁCIO

A XXVI Semana da Física teve 67 (sessenta e sete) inscritos dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Física, e dos programas de Pós-Graduação em Ciências/Física e de Ensino de Física, além de professores da Educação Básica.

Foram apresentados 47 (quarenta e sete) trabalhos, sendo 33 (trinta e três) orais e 14 (catorze) pôsteres, em atividades que envolveram 105 (cento e cinco) pesquisadores. Foram apresentadas 4 (quatro) palestras com temas relacionados à Física e suas aplicações e ministrados 04 (quatro) minicursos.

Esse evento contou com o apoio dos colegiados dos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Física e das Pós-Graduações em Ciências/Física e em Ensino de Física.

Ponta Grossa, outubro de 2025

Prof. Dr. Alexandre Camilo Júnior

Coordenador da XXVI Semana de Física da UEPG





XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



PROGRAMAÇÃO



XXVI SEMANA DA FÍSICA

22 a 24 DE OUTUBRO DE 2023

A **XXVI Semana da Física**, que teve por tema no ano de 2025: **100 Anos de Mecânica Quântica: Entre o Real e o Imaginário**, é um evento anual organizado pelo DEFIS – UEPG, que busca integrar a comunidade acadêmica da UEPG com professores e alunos da educação básica por meio de atividades acadêmicas, científicas e culturais. Intenta-se estabelecer um locus de disseminação e divulgação de temas relacionados à Física e ao seu Ensino.

A XXVI Semana da Física tem como objetivos:

- Promover a interação entre professores, técnicos e alunos de graduação e pós-graduação vinculados ao DEFIS-UEPG com professores-pesquisadores de instituições de IES diversas do Brasil;
- Ofertar minicursos com temáticas relevantes e de interesse acadêmico e científico;
- Divulgar a produção acadêmica e científica do DEFIS e de outras IES do PR por alunos de graduação (IC) quanto de pós-graduação (mestrado e doutorado).



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



As Atividades desenvolvidas durante a XXVI Semana da Física: **100 Anos de Mecânica Quântica: Entre o Real e o Imaginário**, estão indicadas a seguir:

Abertura da XXVI SEMANA DA FÍSICA

100 Anos de Mecânica Quântica: Entre o Real e o Imaginário.

22/10/2025 – 19h00 – Auditório Hall Tecnológico

Palestra 1: A Matriz Energética do Futuro.

Prof. Dr. Flávio Marcelino Borges – DEFIS - UEPG

22/10/2025 – 19h30 – Auditório Hall Tecnológico

Palestra 2: Caos e Fractais em Dinâmica Não-Linear.

Prof. Dr. Ricardo Luiz Viana – DEFIS - UFPR

23/10/2025 – 19h00 – Auditório Hall Tecnológico

Palestra 3: Difusão – Alguns Aspectos Teóricos e Experimentais.

Prof. Dr. Ervin Kaminski Lenzi – DEFIS - UEM

23/10/2025 – 19h00 – Auditório Hall Tecnológico

Palestra 4: Uma Visão Mecânica da Óptica.

Prof. Dr. Paulo César Facin - DEFIS - UEPG

24/10/2025 – 19h00 – Auditório Hall Tecnológico

Minicurso 1: Princípios de Ressonância Magnética Nuclear e Aplicações em Campo Baixo.

Prof. Dr. Ruben Aucasse Estrada – DEFIS - UEPG

22/10/2025 das 8h00 às 12h00



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



Minicurso 2: Ferramentas IA para Planejamento de Pesquisa Científica.

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva – DEFIS - UEPG

22/10/2025 das 14h00 às 17h00

Minicurso 3: A Arte da Física nas Letras da MPB: dois Experimentos

Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab – DEFIS - UEPG

Prof. Dr. Luiz Fernando Pires – DEFIS - UEPG

23/10/2025 das 09h00 às 12h00

Minicurso 4: “Informação Quântica

Prof. Antonio Sérgio Magalhães de Castro – DEFIS - UEPG

24/10/2025 das 09h00 às 12h00

SUMÁRIO

CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS VIA RELAXOMETRIA DE RMN	15
DESPLANCHER, E. C.; AUCCAISE, A. C. L.	
A PERGUNTA NORTEADORA E O ROTEIRO INVESTIGATIVO COMO INSTRUMENTOS PARA O ENSINO DA ONDULATÓRIA	16
DESPLANCHER, E. C.; CUSTÓDIO, C. de M.; MAIA, D. R. A.	
DIFUSIVIDADE TÉRMICA DE AMOSTRAS DE COBRE OBTIDA POR MEIO DA TÉCNICA DE CÉLULA FOTOACÚSTICA ABERTA.	17
GONÇALVES, A.; CAMILOTTI, F.; NOVATSKI, A.; SOMER, A.	
ELETROMAGNETISMO NO CONTEXTO DO ITINERÁRIO FORMATIVO DE LINGUAGENS E SUAS TECNOLOGIAS A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	18
ALVES, A. R.; ANDRADE, D. R. D.	
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS E ÓPTICAS DE VIDROS TELURETOS NO SISTEMA TEO₂-BAO-ZNO	19
BÚRIGO, A. B.; GAUGLITZ, M.; NOVATSKI, A.	
CAÇA AO TESOIRO MAGNÉTICO	20
SANTOS, A. P. dos; BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C. de	
MAGNETISMO E LIGAÇÃO QUÍMICA: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DAS INTERAÇÕES DE SUPER-TROCA EM DIFERENTES SIMETRIAS CRISTALINAS	21
ROSA, G. B.; SILVA, E. L. da; LACERDA, L. H. S.; LÁZARO, S. R. de	
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	22
GRUBE, C. V. B.; MAIA, D. R. A.; SOMER, A.	
SIMULADORES DIGITAIS COMO FERRAMENTA PARA A DESCOBERTA GUIADA NO ENSINO DE ONDULATÓRIA	23
CUSTODIO, C. de M.; DESPLANCHER, E. C.; ANDRADE, D. R. D.	

O EFEITO DE DEMONSTRAÇÕES DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NA ATENÇÃO DISCENTE 24

MAINARDES, D. A.; ANDRADE, D. R. D.

DINÂMICA DE DISPAROS NEURONAIS NO MODELO HODGKIN-HUXLEY 25

FERREIRA, J. Z.; BENTIVOGLIO, L. E.; BATISTA, A. M.

ESTUDO DA EMISSÃO DE CO₂ NA ATMOSFERA POR MEIO DE MODELAGEM MATEMÁTICA 26

FERREIRA, J. Z.; CRUZINIANI, F. E.; BATISTA, A. M.

MODIFICAÇÃO DE UM AÇO AUSTENÍTICO POR PLASMA EM POTENCIAL FLUTUANTE 27

SPANSERKI, F. R.; VALADÃO, G. M.; SOUZA, G. B.

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE VIDROS TELURETOS DOPADOS COM Tm³⁺ PARA APRIMORAR A EFICIÊNCIA DE CÉLULAS SOLARES 28

SCHEIFER, G.; ANDRESSA, N.; SOMER, A.

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MECÂNICAS DO SISTEMA VÍTREO PbO–Bi₂O₃–GeO₂–Ga₂O₃ DOPADO COM Dy₂O₃ 29

MARTINS, G. K.; SILVA, R. A.; VAZQUEZ, G.; NALIN, M.; SERBENA, F. C.

O USO DE REDE NEURAL PARA PREDIÇÃO DOS PARÂMETROS GAUSSIANOS DOS ESPECTROS RAMAN DE VIDROS TELURETOS 30

VIANA, G. L.; GUNHA, J. V.; NOVATSKI, A.; SOMER, A.

A ÓTICA GEOMÉTRICA DE CRUZ APLICADA A LENTES BOLA 31

RESENDE, J. V.; BONARDI, C.; CRUZ, G. K. da

JUNÇÃO JOSEPHSON E O NOBEL DE FÍSICA NO CENTENÁRIO DA MECÂNICA QUÂNTICA 32

FERREIRA, L. N.; CASTRO, A. S. M. de

EFEITOS DA DIFUSÃO ANÔMALA NO PERFIL DE TEMPERATURA EM UM SISTEMA BIOLÓGICO EX-VIVO AQUECIDO PERIODICAMENTE 33

DIMBARRE, M. B.; SOMER, A.

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DE VIDROS TELURETOS DOPADOS COM ÍONS DE TERRAS-RARAS	34
GAUGLITZ, M. V.; GUNHA, J. V.; SANTOS, G. T.; VIANA, G. L.; SOMER, A.; NOVATSKI, A.	
CAMINHADAS QUÂNTICAS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES	35
PAIXÃO, M. E. O.; ANDRADE, F. M. de; TSUTSUI, T. T.	
MAPEANDO OSCILADOR DE DIRAC (2+1) DIMENSÕES NO MODELO ANTI-JAYNES-CUMMINGS	36
MORO, M. D.; ANDRADE, F. M. de; TSUTSUI, T. T.	
FLUXO DE POLOS EM GRAFOS QUÂNTICOS	37
CASTILHO, Nataly B.; SILVA, Alison A.; ANDRADE, Fabiano M.	
SIMULAÇÕES ESTRUTURAIS EM QUASI-ESTRELAS NO UNIVERSO PRIMORDIAL	38
SILVA, N.; LARA, L. S. de	
ESTADOS TRANSIENTES EM UM SISTEMA DE OSCILAÇÕES AMORTECIDAS	39
QUEIROZ, G. F. W.; BITTENCOURT, C. F.; SZEZECH, J. D.	
TRANSFERÊNCIA PERFEITA DE ESTADO EM CADEIAS DE SPIN	40
SANTOS, R. O.; SOARES, E. K.; ANDRADE, F. M.	
RELATO DE EXPERIÊNCIA: A APLICAÇÃO DE UM CADERNO DIDÁTICO SOBRE LANÇAMENTO DE FOGUETES NUMA TURMA DE FORMAÇÃO DOCENTE (MAGISTÉRIO)	41
MACHADO, S. C.; BERNARDES, L. A. B.	
ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE ENSINO NA FÍSICA	42
PATEL, E. J.; ANDRADE, D. R. D.	
DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE DIELETRICA DA CAMADA DE HIDRATAÇÃO MICELAR VIA RESSONÂNCIA PLASMÔNICA DE NANOPARTÍCULAS DE OURO	43
PATEL, E. J.; CARNEIRO, J. L.M.; TURCHIELLO, R. F.; GÓMEZ, S. L.	

REVISITANDO O MODELO JAYNES-CUMMINGS COM ACOPLAMENTO 44
DEPENDENTE DO TEMPO

TSUTSUI, T. T.; CIUS, D.; VIDIELLA-BARRANCO, A.; CASTRO, A. S. M. de;
ANDRADRE, F. M.

RADIAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA 45
PROMOVER A ASSIMILAÇÃO DE CONCEITOS POR MEIO DA TEORIA DE
AUSUBEL

BARÃO, V. L. de S.; ANDRADE, D. R. D.

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA 46
DE INFRAVERMELHO

GRUBE, C. V. B.; BRINATTI, A. M.; PIRES, L. F.; CORRECHEL, V.; SAAB, S. da C.

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE VITROCERÂMICAS DE 47
DISSILICATO DE LÍTIO

MELLO, A.; SILVA, R.; ZANOTTO, E.; SERBENA, F.

MODELO MATEMÁTICO FRACTAL PARA CRESCIMENTO TUMORAL 48

KOLTUN, A. P. da S.; TROBIA, J.; SOUZA, D. L. M.; BATISTA, A. M.

INVESTIGAÇÃO TEÓRICA DO MAGNETISMO EM MATERIAL 49
SUPERCONDUTOR $X_{0.08}TiSe_2$ ($X = Mn, Fe, Co, Ni$ e Cu)

ROSA, G. B.; LACERDA, L. H. S.; LÁZARO, S. R. de

EVASÃO DA RADIAÇÃO RF EM FORNOS MICRO-ONDAS 50

SILVA, H. K. da P. G. da; SANTOS, K. N. dos; BORGES, J. F. M.

ESTUDO DE CAMINHADAS QUÂNTICAS EM COMPUTADORES QUÂNTICOS 51

SCHEIFER, G.; TSUTSUI, T. T.; ANDRADE, F. M.

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE VIDROS FOSFATOS 52
COM ADIÇÃO DE ÓXIDO DE TÂNTALO

MARTINS, G. K.; SILVA, R. A.; KURELO, B. C. E. S.; BATISTA, G.; POIRIER, G. Y.;
SERBENA, F. C.

RESPOSTA NÃO LOCAL EM CÉLULAS ELETROLÍTICAS: UM MODELO	53
POISSON-NERNST-PANCK GENERALIZADO COM EFEITO DE MEMÓRIA	
ROCHA G.G.; ROSSETO M. P.; JARONSKI R. J.; GRYCZAK D. W.; EVANGELISTA L. R.; ZOLA R. S.; LENZI E. K.	
AVALIAÇÃO DE TECIDOS BIOLÓGICOS EX VIVO POR DINÂMICA DE	54
RELAXAÇÃO TÉRMICA	
SILVA, G. de M. D. da; NOVATSKI, A.	
OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E RESISTÊNCIA À	55
CORROSÃO DA SUPERLIGA INCONEL 718 ATRAVÉS DA NITRETAÇÃO POR	
PLASMA	
NEVES, G.; SOUZA, G. B.; PINTAÚDE, G.; BASSANI, A., GARCIA, J.; PESSÔA, C.	
QUBIT TRANSMON	56
FERREIRA, L. N.; CASTRO, A. S. M. de	
DINÂMICA DO MODELO JAYNES-CUMMINGS	57
DINIZ MORO, M; ANDRADE, F. M. de; TSUTSUI, T. T.	
PROCESSAMENTO DE IMAGENS ASTRONÔMICAS	58
SILVA, N.	
CÁLCULO FRACIONÁRIO E PROCESSOS DE MEMÓRIA: UMA INTRODUÇÃO	59
ÀS INTEGRAIS DE ORDEM NÃO INTEIRA	
ABREU, R. B. de; TROBIA, J.	
UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL E INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO	60
DE FÍSICA: DETERMINAÇÃO DA CMC POR ESPALHAMENTO DE LUZ	
PATEL, E. J.; PEREIRA, L. A.A.; TURCHIELLO, R. F.; GÓMEZ, S. L.	
ABORDAGEM DIDÁTICA PARA A EQUAÇÃO DE DIRAC: CONTEXTO	61
HISTÓRICO, COMPARAÇÕES COM AS EQUAÇÕES DE SCHRÖDINGER E DE	
KLEIN-GORDON E CONSEQUÊNCIAS ELEMENTARES	
TSUTSUI, T. T.; SILVA, E. O.; CASTRO, A. S. M.; ANDRADRE, F. M.	



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS VIA RELAXOMETRIA DE RMN

DESPLANCHER¹, Everton Camargo; AUCCAISE¹, Adriane Consuelo Leal

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - Departamento de Física

desplanchereverton@gmail.com

Palavras-Chave: Ressonância Magnética Nuclear; Relaxação Longitudinal; Óleos Vegetais.

Este trabalho apresenta um estudo da caracterização de diferentes óleos vegetais por meio dos tempos de relaxação de spin nuclear, obtidos via Ressonância Magnética Nuclear (RMN). O principal problema abordado neste estudo é a necessidade de métodos eficientes a fim de verificar a qualidade de óleos de origem vegetal e animal. O foco principal foi a análise da relaxação longitudinal (T_1) e a distinção entre comportamentos de decaimento mono e biexponenciais. A metodologia envolveu a aquisição das curvas de recuperação da magnetização, que foram subsequentemente ajustadas a ambos os modelos matemáticos. A validação e a escolha do modelo mais representativo para cada amostra seguiram uma metodologia quantitativa, baseada no critério das frações de amplitude relativas, que quantificam a população de cada componente de relaxação. Os resultados revelaram que a maioria dos óleos exibiu um comportamento biexponencial, confirmando a existência de heterogeneidade dinâmica. Esta se manifesta pela presença de pelo menos duas populações de spins com mobilidades moleculares distintas, possivelmente relacionadas a diferenças estruturais como o tamanho das cadeias de ácidos graxos e o grau de insaturação. Em contrapartida, um número menor de amostras apresentou um comportamento efetivamente monoexponencial, sugerindo um ambiente molecular dinamicamente mais homogêneo. Conclui-se que a relaxometria de RMN, especialmente a análise biexponencial, é uma ferramenta útil para a caracterização não destrutiva de óleos vegetais, permitindo identificar diferenças moleculares e auxiliando no controle de qualidade e na distinção entre tipos de óleos. A técnica permite diferenciar amostras com base em seus perfis de dinâmica molecular, possuindo grande potencial para aplicações em controle de qualidade e autenticação de produtos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



A PERGUNTA NORTEADORA E O ROTEIRO INVESTIGATIVO COMO INSTRUMENTOS PARA O ENSINO DA ONDULATÓRIA

DESPLANCHER¹, Everton Camargo; CUSTÓDIO¹, Cleiton de Matos; ANDRADE MAIA¹, Dayane Rejane.

¹UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG) – Departamento de Física

desplanchereverton@gmail.com.br

Palavras-Chave: Descoberta guiada; Ondulatória; Ensino de Física.

O presente trabalho apresenta um relato de experiência de uma sequência didática sobre o uso da metodologia da descoberta guiada no ensino de ondulatória. Para tanto foi utilizado perguntas norteadoras como ponto de partida e um roteiro de descoberta como instrumentos de apoio à aprendizagem. A proposta foi aplicada em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, composta por 16 alunos do Colégio Estadual Amálio Pinheiro, em Ponta Grossa-PR, durante um período de 8 horas/aula. O estudo teve como objetivo analisar como a integração entre a abordagem investigativa e o uso de recursos tecnológicos pode favorecer a aprendizagem dos conceitos relacionados às ondas. As atividades foram organizadas em etapas que incluíram a formulação de uma pergunta norteadora, a elaboração de hipóteses pelos alunos, a exploração do laboratório virtual PhET, o registro das observações e a discussão coletiva mediada pelo professor. Essa estrutura possibilitou que os estudantes participassem ativamente do processo de construção do conhecimento, estimulando o raciocínio lógico, a argumentação e a autonomia intelectual. Os resultados indicaram aumento do engajamento e da participação dos alunos nas discussões, além de uma melhor compreensão dos fenômenos ondulatórios por meio da visualização e manipulação virtual dos parâmetros físicos. Verificou-se também a importância da mediação docente para conduzir a investigação e sistematizar os conceitos abstratos envolvidos. Conclui-se que o uso de simuladores digitais, aliado à metodologia da descoberta guiada, constitui uma estratégia didática eficaz para tornar o ensino de Física mais dinâmico, interativo e próximo da realidade dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento científico e para a aprendizagem significativa.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



DIFUSIVIDADE TÉRMICA DE AMOSTRAS DE COBRE OBTIDA POR MEIO DA TÉCNICA DE CÉLULA FOTOACÚSTICA ABERTA.

GONÇALVES¹, Aiandra; CAMIOTTI¹, Fernando; NOVATSKI^{1,2}, Andressa; SOMER¹, Aloisi.

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

21000304@uepg.br

Palavras-Chave: Fotoacústica; Difusividade Térmica; Cobre.

O efeito fotoacústico, consiste na geração de som a partir da incidência de radiação modulada sobre uma amostra. Ao longo do tempo, diversas técnicas foram desenvolvidas para explorar o efeito, entre elas a célula fotoacústica aberta (OPC). A OPC é utilizada em conjunto com fontes de luz, como lasers de comprimento de onda fixo, permitindo medir parâmetros como a difusividade térmica (α), grandeza relacionada à velocidade de propagação do calor e definida pela razão entre condutividade térmica, densidade e calor específico. Em materiais sólidos metálicos, o sinal fotoacústico resulta de diferentes contribuições físicas, sendo as principais a difusão térmica, relacionada à condução do calor na amostra, e a flexão termoelástica, decorrente da deformação causada pelo gradiente de temperatura. O sinal total é obtido pela soma dessas duas contribuições, que afetam tanto a amplitude quanto a fase detectada. O presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da espessura na contribuição relativa da difusão térmica e da flexão termoelástica na resposta fotoacústica de amostras de cobre. Para tanto foram realizadas simulações da resposta da amplitude e fase do sinal fotoacústico em função frequência até 10^4 Hz, faixa pouco explorada na literatura para o cobre, para espessuras de 100, 300, 500 e 600 μm , mantendo-se fixo o valor da difusividade térmica em $114 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, valor teórico para o cobre. A difusão térmica domina o comportamento do sinal em baixas frequências, caracterizando-se por uma queda suave da amplitude e por uma fase aproximadamente constante. A flexão termoelástica torna-se mais significativa em frequências intermediárias, especialmente para amostras com maior espessura, provocando inflexões na fase e mudanças no perfil da amplitude. A análise do atraso de fase mostrou-se mais sensível que a amplitude para detectar variações nos parâmetros físicos, mesmo em espessuras menores, enquanto o comportamento linear da amplitude pode ser utilizado para calibração.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ELETROMAGNETISMO NO CONTEXTO DO ITINERÁRIO FORMATIVO DE LINGUAGENS E SUAS TECNOLOGIAS A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

ALVES¹, Amanda Ribeiro; ANDRADE¹, Dayane Rejane Dorneles

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

amandaribeiro5530@gmail.com

Palavras-Chave: Itinerários Formativos; Aprendizagem Baseada em Problemas; Eletromagnetismo.

O Novo Ensino Médio implementado a partir de 2022 no currículo escolar brasileiro acarretou na ampliação da carga horária anual para aprofundamento por meio de Itinerários Formativos. No Paraná, há dois itinerários vigentes: Linguagens e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias, cada um aprofundando-se em seu respectivo eixo de conhecimento. As regências da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado II foram realizadas no CCM Becker e Silva em uma turma integrante do Itinerário de Linguagens e suas Tecnologias. Durante o período das observações, foi constatado que os discentes possuíam defasagem em matemática e, conseqüentemente, dificuldades em disciplinas da área do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Diante deste contexto, é fundamental a adoção de uma metodologia ativa que promova o aprendizado significativo dos discentes, permitindo que estes compreendam a relação entre o eletromagnetismo e o cotidiano. Propõe-se a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que estimula o protagonismo do discente por meio da resolução de problemas abertos e contextualizados. Essa metodologia encontra respaldo na Aprendizagem Significativa de Ausubel ao favorecer a vinculação entre conhecimentos prévios, chamados de subsunçores e as novas informações adquiridas. As aulas foram conduzidas baseadas no Referencial Teórico do Paraná seguindo a Unidade Temática 3: Eletromagnetismo. Os conteúdos foram abordados em 8 regências, divididas da seguinte forma: 3 aulas sobre a Lei de Faraday, 3 aulas sobre Lei de Ampère e 2 aulas para pesquisar e apresentar as aplicações das duas leis para geração de energia. As aulas mesclaram notícias, experimentos e vídeos como material didático para a discussão dos problemas contextualizados à realidade dos discentes. A ABP se mostrou satisfatória por meio da análise da resolução de problemas e respostas em questionário online ao final da última regência, demonstrando a eficácia desta metodologia nesse contexto de ensino.



XXVI Semana da Física

22/10 a 24/10 de 2025



DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS E ÓPTICAS DE VIDROS TELURETOS NO SISTEMA TeO_2 - BaO - ZnO

BÚRIGO, Ana Beatriz¹; GAUGLITZ, Marcos²; NOVATSKI, Andressa³

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa– Graduando do curso de Física Bacharelado.

²Universidade Estadual de Ponta Grossa– Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências- Física.

³Universidade Estadual de Ponta Grossa– Professora do Departamento de Física da UEPG.

anabe2005@gmail.com

Palavras-Chave: Propriedades ópticas, caracterização, materiais, espectroscopia, transmissão, absorção, TBZ.

O trabalho investigou vidros teluretos do sistema TBZ (TeO_2 - BaO - ZnO), que se destacam por suas propriedades ópticas excepcionais, como boa transmissão de luz do visível ao infravermelho, alto índice de refração e estabilidade térmica, tornando-os promissores para aplicações em óptica avançada, fotônica e blindagem contra radiações ionizantes. Foram sintetizadas cinco composições com diferentes teores de TeO_2 (85% a 65%) e ZnO (10% a 30%), mantendo-se o BaO constante (5%). As amostras foram preparadas pelo método de "melting quenching" e caracterizadas por Difração de Raios X (DRX), densidade (método de Arquimedes), Espectroscopia Raman e FTIR. Os resultados de DRX confirmaram a natureza amorfa das amostras. A densidade e a Densidade de Empacotamento de Oxigênio (OPD) diminuíram conforme o teor de TeO_2 foi reduzido e o de ZnO aumentado, devido à menor massa molar do Zn. As espectroscopias Raman e FTIR indicaram transformações estruturais, como a conversão das unidades TeO_4 para TeO_3 com o aumento de ZnO , o que alterou a conectividade da rede vítrea e afetou suas propriedades ópticas. Em conclusão, o estudo correlacionou a composição química com as propriedades estruturais e ópticas dos vidros TBZ, evidenciando a modificação controlável da estrutura com a adição de ZnO .



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CAÇA AO TESOURO MAGNÉTICO

SANTOS¹, Antonio Pereira dos; BRINATTI², André Maurício; ANDRADE³, André Vitor Chaves

¹UEPG – PPGEF – MNPEF – Polo 35

²UEPG - DEFIS

³UEPG - DEFIS

antoniofisico@yahoo.com

Palavras-Chave: magnetismo; aprendizagem por descoberta; ludicidade.

O jogo – Caça ao Tesouro Magnético – constitui o momento culminante do Produto Educacional: Uma jornada rumo às propriedades magnéticas dos materiais, produto educacional que é uma sequência didática desenvolvida como recurso pedagógico com uma proposta lúdica e investigativa voltada ao Ensino Fundamental I e II. Na sequência didática, desde a primeira aula, foram articulados os conceitos sobre magnetismo e propriedades magnéticas dos materiais, onde os estudantes foram conduzidos a uma experiência imersiva em que os tornam – piratas cientistas – em busca de um tesouro. Por meio da narrativa pirata, os alunos são levados a aplicar os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática em situações contextualizadas e com base na abordagem de Bruner, enfatizando os três níveis de representação cognitiva: ativa, icônica e simbólica, no currículo em espiral, na economia e potência efetiva. Porém, a dinâmica específica do jogo é organizada em seis ilhas, cada uma contendo desafios relacionados à identificação e classificação de materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos, bem como à compreensão de que corrente elétrica gera campo magnético. As atividades no jogo são estruturadas mantendo a proposta adotada na sequência didática, ou seja, com elementos da abordagem de Bruner, onde são apresentados aos alunos desafios em níveis de complexidades mais altos promovendo o raciocínio lógico, a experimentação e a resolução de problemas, ao mesmo tempo em que promovem a motivação e a socialização entre os alunos, a fim de investigar indícios de aprendizagem. A atividade é concluída com a abertura do baú do tesouro, momento simbólico que reforça a aprendizagem e o engajamento dos estudantes, tornando a sala de aula um espaço de descobertas.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



MAGNETISMO E LIGAÇÃO QUÍMICA: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DAS INTERAÇÕES DE SUPER-TROCA EM DIFERENTES SIMETRIAS CRISTALINAS

ROSA, Guilherme Bonifácio¹; SILVA, Elson Longo da²; LACERDA, Luis Henrique Silveira³;
LÁZARO, Sérgio Ricardo de¹

¹UEPG - Departamento de Química

²UFSCar- Departamento de Química

³UFSC - Departamento de Química

gbonifacioros@gmail.com

Palavras-Chave: Magnetismo; super-troca; Perovskitas.

Um dos modelos mais notórios em prever e descrever interações magnéticas em sólidos cristalinos, é o modelo Goodenough-Kanamori-Anderson (GKA). O modelo descreve à nível de interações de orbitais d-p-d que por intermédio do átomo não-magnético, há acoplamento de natureza Ferromagnética (FM) ou Antiferromagnética (AFM). Porém, o modelo GKA carece de descrições e modelos moleculares para caracterização de sólidos com estruturas não regulares, ou defeitos. O material CaFeO_3 foi investigado nas simetrias cúbica (Pm-3m) e ortorrômbica (Pbnm) em simulações DFT/B3LYP no software CRYSTAL23. O ordenamento magnético de menor energia é FM para a fase cúbica e AFM para a fase ortorrômbica. A distorção no arranjo dos octaedros da fase ortorrômbica favorece o ordenamento AFM-A, pois altera as interações d-p-d no material ao distorcer o ângulo de ligação intermetálica. Caracterizado a sobreposição dos orbitais d-p-d no ordenamento FM, são majoritárias de caráter anti-ligante, enquanto no ordenamento AFM-A, o caráter de ligação entre sítios $[\text{FeO}_6]$ de mesma orientação de spin é ligante, e anti-ligantes entre sítios $[\text{FeO}_6]$ de spin diferentes. As interações de super-troca, são anisotrópicas no ordenamento AFM-A. Além do caráter de ligação, os mapas de carga de spin mostram que a super-troca entre sítios magnéticos ocorrem por polarização de spin nos orbitais p do O. Ambas as simetrias contêm polarização e localização de spin efetiva sobre os orbitais do O, que acopla os cátions magnéticos. A super-troca depende do mecanismo de orientação específica de elétrons desemparelhados, e este comportamento é observado em diferentes simetrias cristalinas. O modelo molecular proposto, é uma importante contribuição para determinação de estados magnéticos em materiais cristalinos, no qual concorda e complementa as regras GKA para interações entre sítios magnéticos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

GRUBE¹, Camila Vitória Bizarri; MAIA¹, Dayane Rejane Andrade; SOMER¹, Aloisi.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

camilabizarri@gmail.com

Palavras-Chave: Ensino de Física; Aprendizagem significativa; Leis de Newton.

A Física é frequentemente percebida como uma disciplina abstrata e distante da realidade dos alunos, o que gera desafios tanto para a aprendizagem quanto para o trabalho docente, especialmente no que se refere à superação das abordagens puramente teóricas. Nesse contexto, a intervenção pedagógica foi realizada a partir do tema “Transporte Público”, utilizando os Três Momentos Pedagógicos em articulação com a experimentação como metodologia para o ensino das Leis de Newton. Inicialmente, envolveu-se discussões sobre questões sociais relacionadas a acontecimentos da cidade, permitindo integrar a Física a situações cotidianas, estimulando o pensamento crítico-social e identificando os conhecimentos prévios dos estudantes. A experimentação foi articulada em cada um dos momentos pedagógicos, a fim de analisar como os estudantes interagiam em cada etapa. Na problematização inicial da penúltima aula de regência, utilizou-se o experimento do carrinho de Newton. Os estudantes participaram ativamente, demonstrando boa compreensão oral ao relacionar o fenômeno à Terceira Lei de Newton, embora tenham apresentado dificuldades conceituais nos relatórios escritos, indicando a necessidade de maior tempo para consolidação das ideias. Na organização do conhecimento, a integração da experimentação ocorreu na terceira aula ministrada, em que os experimentos foram relacionados à Segunda Lei de Newton. Essa etapa favoreceu a compreensão conceitual, promovendo o pensamento crítico-social e confirmando o potencial dessa abordagem para o ensino de Física, onde os estudantes obtiveram melhores resultados nos relatórios. Por fim, na aplicação do conhecimento, ministrada na segunda aula de regência, foram realizados os experimentos referentes a Primeira Lei de Newton. Os alunos obtiveram bons resultados práticos, demonstrando compreensão dos conceitos de inércia, embora não estivessem habituados a esse formato mais investigativo e participativo.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



SIMULADORES DIGITAIS COMO FERRAMENTA PARA A DESCOBERTA GUIADA NO ENSINO DE ONDULATÓRIA

CUSTODIO, Cleiton de Matos ¹; DESPLANCHER, Everton Camargo ¹; ANDRADE Dayane
Rejane Dorneles ¹

¹ UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG) – Departamento de Física

cleiton.custodio0@gmail.com

Palavras-Chave: Ensino de Física; Laboratório Virtual; Bruner

Este estudo investigou a integração de simuladores digitais como solução central para implementação da descoberta guiada no ensino de física, baseando-se na teoria de Bruner. A pesquisa, desenvolvida com 16 alunos do 3º ano de Ensino Médio durante 10 horas/aula, colocou os simuladores como ambiente possível para experimentação em contexto de infraestrutura limitada. A metodologia aplicou roteiros investigativos que guiaram os estudantes na manipulação de variáveis, observação de fenômenos e formulação de hipóteses, seguidos de sistematização coletiva e aplicação do conhecimento. Os resultados demonstraram que os simuladores digitais atuaram como catalisadores eficazes do processo de descoberta, permitindo a visualização de conceitos abstratos como interferência, difração e refração. A manipulação direta de variáveis nos simuladores possibilitou que os alunos deduzissem relações matemáticas, como a equação da velocidade de propagação da onda $v = \lambda f$, a partir de observações concretas. Registrou-se maior engajamento e participação ativa, com os estudantes relacionando espontaneamente os fenômenos observados a situações do cotidiano, como o funcionamento do rádio e ondas sísmicas. Conclui-se que os simuladores digitais constituem uma solução viável e eficiente para operacionalizar a descoberta guiada, suprimindo limitações de laboratório físico e criando um ambiente propício para investigação. A mediação docente mostrou-se crucial para retomar conhecimentos prévios e formalizar conceitos, enquanto a tecnologia facilitou a transição da experimentação concreta para a abstração teórica. A proposta demonstra relevância para transformar o aprendizado de Física em processo mais dinâmico e significativo, particularmente em realidades com recursos educacionais escassos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



O EFEITO DE DEMONSTRAÇÕES DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NA ATENÇÃO DISCENTE

MAINARDES, Danrlei Arisson; ANDRADE, Dayane Rejane Dorneles.
Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

mdanrlei79@gmail.com

Palavras-Chave: Atenção; Engajamento; Experimentação

Esta pesquisa investiga a relação entre a utilização de atividades experimentais e a promoção da aprendizagem no ensino de Física, com foco específico na análise do impacto dessas práticas nos níveis de atenção e engajamento de estudantes do Ensino Médio. O estudo parte da premissa de que a abstração característica dos conceitos físicos constitui um obstáculo pedagógico significativo. O estudo foi desenvolvido através de sete aulas ministradas para uma turma do 1º ano do Ensino Médio, seguindo uma estrutura comparativa. Foram implementadas duas abordagens distintas: três aulas incorporaram experimentos práticos de densidade, empuxo e alavanca, enquanto quatro aulas mantiveram formato exclusivamente expositivo. Esta divisão permitiu a comparação direta do impacto das demonstrações experimentais na atenção discente. Os resultados demonstram que as aulas que incorporaram demonstrações e experimentos práticos, sobretudo aqueles que estabeleciam conexões claras com fenômenos do cotidiano dos alunos, registraram um aumento no foco, bem como na participação ativa dos discentes. Foi possível observar que a experimentação atuou como um eficaz organizador prévio, criando subsunçores robustos que facilitaram a assimilação dos conceitos teóricos subsequentes. Conclui-se que a integração estratégica da experimentação no planejamento didático transcende sua função motivacional convencional, configurando-se como um elemento catalisador para a consecução de uma aprendizagem significativa em Física.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



DINÂMICA DE DISPAROS NEURONAIS NO MODELO HODGKIN-HUXLEY

FERREIRA, Juliano Zimmermann¹; BENTIVOGLIO, Lucas Eduardo²; BATISTA, Antonio Marcos³

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Graduando do curso de Física Bacharelado.

² Universidade Estadual de Ponta Grossa – Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências - Física.

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Professor do Departamento de Matemática e Estatística da UEPG.

julianozfe@gmail.com

Palavras-Chave: Neurônio, Sinapses, Dinâmica.

Diversos modelos matemáticos descrevem o comportamento dinâmico dos disparos neuronais, com destaque para o modelo Hodgkin-Huxley. Este modelo, proposto por Alan Hodgkin e Andrew Huxley em 1952, é amplamente reconhecido por sua eficácia na análise do comportamento neuronal. Baseado em medições experimentais de um axônio de lula, o modelo emprega equações diferenciais para simular os canais de sódio e potássio de um neurônio. Neste trabalho, investigamos o comportamento de disparo de um neurônio. Analisamos a influência da amplitude e do tempo de aplicação de correntes externas na frequência de disparos neuronais.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ESTUDO DA EMISSÃO DE CO₂ NA ATMOSFERA POR MEIO DE MODELAGEM MATEMÁTICA

FERREIRA, Juliano Zimmermann¹; CRUZINIANI, Fátima Elis²; BATISTA, Antonio Marcos³

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Graduando do curso de Física Bacharelado.

² Universidade Estadual de Ponta Grossa – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências - Física.

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Professor do Departamento de Matemática e Estatística da UEPG.

julianozfe@gmail.com

Palavras-Chave: Modelo matemático, Dióxido de carbono, Desmatamento.

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, impulsionado em grande parte por atividades humanas, é um dos principais causadores das mudanças climáticas. A redução de áreas florestais compromete a capacidade dos ecossistemas de sequestrar carbono, agravando a acumulação de CO₂. Este trabalho propõe o estudo de um modelo matemático que analisa as interações entre a população humana, a concentração atmosférica de CO₂ e a biomassa florestal. O objetivo é investigar como esses fatores se relacionam e como o desmatamento e o crescimento populacional afetam os níveis de CO₂ na atmosfera. O modelo é composto por um sistema de três equações diferenciais ordinárias. Será analisado o comportamento dinâmico do modelo e a sensibilidade aos parâmetros. Pretende-se determinar como o CO₂ causado por fontes antropogênicas e o desmatamento afetam a concentração de CO₂ na atmosfera, a população humana e a biomassa florestal.



XXVI Semana da Física

22/10 a 24/10 de 2025



MODIFICAÇÃO DE UM AÇO AUSTENÍTICO POR PLASMA EM POTENCIAL FLUTUANTE

SPANSEKI, Fernanda Rodrigues ¹; VALADÃO, Guilherme Moreira ²; SOUZA, Gelson Biscaia ³

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa– Graduando do curso de Física Bacharelado.

²Universidade Estadual de Ponta Grossa– Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências- Física.

³Universidade Estadual de Ponta Grossa– Professor do Departamento de Física da UEPG.

fernandarspanserki@gmail.com

Palavras-Chave: Difração de Raios X, Espectroscopia por Dispersão de Energia, AISI 316.

O estudo comparou dois métodos de nitretação a plasma no aço inoxidável AISI 316: convencional e de potencial flutuante. As amostras foram tratadas com mesmas condições de temperatura, tempo e atmosfera, diferindo apenas no posicionamento no reator - sobre o cátodo no convencional e isoladas no potencial flutuante. As análises de DRX e EDS confirmaram que ambos os processos formaram a austenita expandida através da incorporação de nitrogênio na rede cristalina. No entanto, o método convencional produziu uma camada nitretada significativamente mais espessa ($\sim 10 \mu\text{m}$) e com maior concentração de nitrogênio, enquanto o potencial flutuante resultou em uma camada mais fina ($\sim 1,5 \mu\text{m}$) com alterações estruturais mais sutis. Concluiu-se que o método convencional é mais eficaz para se obter uma camada espessa e rica em nitrogênio. Já o potencial flutuante, por ser menos agressivo, oferece um controle mais refinado sobre as modificações superficiais. O estudo destacou a utilidade da caracterização combinada por DRX e EDS para essa análise.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE VIDROS TELURETOS DOPADOS COM Tm^{3+} PARA APRIMORAR A EFICIÊNCIA DE CÉLULAS SOLARES

SCHEIFER¹, Gabriel; ANDRESSA¹, Novatski; SOMER¹, Aloisi

¹UEPG - Departamento de Física

GabrielScheifer2023@outlook.com

Palavras-Chave: Vidros teluretos; energia solar; eficiência de células solares.

Este estudo visa desenvolver um material de baixo custo e alta eficiência para a produção de energia solar limpa e renovável, contribuindo para o avanço de tecnologias sustentáveis no setor energético. Para isso, investiga-se a melhoria da eficiência de conversão de energia solar utilizando a matriz vítrea TeO_2-Li_2O-ZnO dopada com Tm^{3+} , visando otimizar as propriedades ópticas e eletrônicas do material, potencializando a conversão de energia luminosa em energia elétrica. O sistema ternário TLZ ($65TeO_2 - 15Li_2O - 20ZnO$) se mostra promissor para células solares, pois os vidros dopados com Tm^{3+} apresentam uma banda de absorção óptica no visível e emissão no infravermelho, região de alta eficiência para fotodiodos. Por meio de análises espectroscópicas, como UV-vis e luminescência, observou-se bandas de absorção em 360, 465, 687 e 794 nm e emissão em 476, 652, 797 e 806 nm, respectivamente, além de medições de eficiência com coerência teórica e aumento na eficiência de conversão.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MECÂNICAS DO SISTEMA VÍTREO $\text{PbO-Bi}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ DOPADO COM Dy_2O_3

MARTINS¹, Gabriela Kobelnik; SILVA¹, Roni Alisson; VAZQUEZ², Gabrielli; NALIN², Marcelo; SERBENA¹, Francisco Carlos.

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Química

gabi.kobelnik@gmail.com

Palavras-Chave: Vidro; Metais pesados; Disprósio.

Vidros e vitrocerâmicos contendo óxidos de metais pesados têm demonstrado grande potencial para aplicações ópticas devido à sua transparência na faixa do infravermelho e à facilidade de dopagem com íons de terras raras. A incorporação desses elementos representa uma abordagem promissora para aprimorar a luminescência, o índice de refração e a largura da banda óptica, tornando esses materiais adequados para aplicações em lasers e fibras ópticas. Neste trabalho, amostras vítreas foram preparadas por fusão, com a composição $98(40\text{PbO}-20\text{GeO}_2-25\text{Bi}_2\text{O}_3-15\text{Ga}_2\text{O}_3) - 2(\text{Dy}_2\text{O}_3)$ (mol%). Suas propriedades estruturais e ópticas foram caracterizadas por difração de raios X, espectroscopia Raman, espectroscopia no infravermelho (FTIR). A caracterização mecânica foi realizada por microindentação e nanoindentação, além da obtenção de vitrocerâmicas pelo processo de cristalização controlada, após análise por calorimetria exploratória diferencial (DSC). A presença de óxidos de metais pesados nesse sistema resultou em uma densidade de $7,7 \text{ g/cm}^3$, juntamente com uma faixa de transparência entre 1700 e 2600 cm^{-1} e aproximadamente 3700 cm^{-1} na região do infravermelho. Após o tratamento térmico para cristalização, a difração de raios X identificou a formação da fase cristalina de óxido de disprósio de bismuto (BiDyO_3). Por fim, a dureza Vickers foi de $3,71 \text{ GPa}$, enquanto a dureza e o módulo de elasticidade medidos por nanoindentação foram de $4,12$ e $69,4 \text{ GPa}$, respectivamente, valores inferiores aos observados em vidros de cal-soda.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



O USO DE REDE NEURAL PARA PREDIÇÃO DOS PARÂMETROS GAUSSIANOS DOS ESPECTROS RAMAN DE VIDROS TELURETOS

VIANA¹, Giovanni Luttierri, GUNHA², Jaqueline V., NOVATSKI¹, Andressa, SOMER¹, Aloisi

¹Instituição - Universidade Estadual de Ponta Grossa

²Instituição - Universidade Federal de Goiás

giovannyviana580@gmail.com

Palavras-Chave: Redes Neurais Artificiais, Aprendizado de Máquina, Espectroscopia Raman.

Este trabalho investiga o uso de redes neurais do tipo Perceptron Multicamadas (MLP) para prever parâmetros gaussianos (centro, largura e área) de espectros Raman de vidros teluretos da base Te-Li-Zn dopados com íons Cr^{3+} . Utilizando uma base de dados teórica composta por até 10.000 curvas simuladas, foram treinadas diferentes arquiteturas de MLP, variando-se o número de camadas ocultas e de neurônios. As arquiteturas denominadas 1C-2Ag e 1C-3Ag apresentaram o melhor desempenho, com coeficientes de determinação superiores a $R^2 = 0,9999$ em dados simulados. Essas redes demonstraram desempenho satisfatório tanto no processo de treinamento quanto na predição dos parâmetros gaussianos associados às bandas Raman. Os gráficos de evolução do erro quadrático médio (MSE) ao longo das épocas de treinamento, apresentados, evidenciam uma rápida convergência nas primeiras iterações, seguida de uma diminuição linear de pequena inclinação a partir da 5ª época. Essa tendência é importante, pois indica que a rede ainda mantém capacidade de aprendizado e não apresenta *overfitting*. Os erros finais obtidos para os conjuntos de treinamento e validação foram praticamente idênticos, o que confirma a ausência de sobreajuste e uma boa capacidade de generalização da rede. A aplicação das arquiteturas às amostras experimentais TLZCr01 resultou em $R^2 = 0,9977$ para a rede 1C-2Ag, enquanto a rede 1C-3Ag apresentou um desempenho $R^2 = 0,9976$ muito semelhante, mantendo alta acurácia mesmo diante de ruídos e assimetrias experimentais. Os resultados indicam que as redes MLP são promissoras para a decomposição automatizada de espectros Raman, auxiliando na caracterização estrutural de materiais vítreos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



A ÓTICA GEOMÉTRICA DE CRUZ APLICADA A LENTES BOLA

RESENDE, João Vitor¹; BONARDI, Cláudia²; CRUZ, Gerson Kniphoff da ³

^{1,2,3}Departamento de Física – Universidade Estadual de Ponta Grossa

gersonkc@uepg.br

Palavras-Chave: Ótica Geométrica; Refração; Lentes Bola

Estudar a refração da luz em uma interface curva é adentrar um capítulo sutil e belo da ótica geométrica. Este trabalho apresenta uma proposição teórico-experimental considerando a formulação proposta por Cruz, 2022, a qual considera um objeto emissor de luz distante da interface curva de raio r , como ponto de partida para a interpretação da refração dos raios luminosos na interface. Essa abordagem permite compreender o caminho ótico do raio luminoso incidente na superfície curva numa consideração teórica sem aproximações matemáticas. Para o estudo experimental foi desenvolvido um aparato tomando como elemento ótico uma interface curva produzida a partir de um pote plástico de comercialização de requeijão. O experimento foi concebido de modo simples: uma fonte de luz, que produz um feixe de raios paralelos, um filtro espacial, que bloqueia raios de luz divergentes, e um recipiente com borda plástica, que produz a interface curva. As medidas experimentais, obtidas por leitura direta, são comparadas com os resultados teóricos, e confirmam a coerência da formulação proposta por Cruz. Na comparação um erro inferior a 2% foi obtido. Mais do que resultados, o estudo reafirma o valor formativo e conceitual da ótica geométrica, mostrando que mesmo nas experiências mais modestas repousa a profundidade de um saber capaz de unir precisão, beleza e ensino.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



JUNÇÃO JOSEPHSON E O NOBEL DE FÍSICA NO CENTENÁRIO DA MECÂNICA QUÂNTICA

Nazarko Ferreira¹, Leandro; Magalhães De Castro², Antonio Sérgio

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física

leandronazarko233@gmail.com

Palavras-Chave: qubits supercondutores; tunelamento macroscópico; junções josephson

O ano de 2025 marca o centenário da mecânica quântica e é considerado o ano das tecnologias quânticas, o anúncio do prêmio Nobel, para os três pesquisadores que demonstraram pela primeira vez o tunelamento macroscópico de uma partícula, utilizando de um dispositivo que forma toda a base de qubits supercondutores como tecnologia quântica, é um marco importante para os avanços realizados na área. O dispositivo em questão é um dispositivo simples, mas muito poderoso, que foi postulado por Brian David Josephson (1962) e verificado experimentalmente logo depois por Anderson e Rowell (1963). O dispositivo em questão é chamado de junção Josephson de tunelamento. É um "sanduíche" supercondutor-isolante-supercondutor, onde a área isolante é tão fina que permite o tunelamento quântico de pares de Cooper. Como Josephson previu, o tunelamento de pares cria relações inesperadas entre a tensão aplicada nos terminais supercondutores e a intensidade que circula pela junção. No início da década de 1980, diversos grupos buscaram evidências experimentais de efeitos quânticos macroscópicos em circuitos supercondutores. Nos anos de 1984 e 1985, John Clarke, John Martinis e Michel Devoret, realizaram uma série de experimentos afim de demonstrar o tunelamento macroscópico em dispositivos supercondutores, utilizando uma Junção Josephson. Eles mediram as taxas de escape abaixo da temperatura de crossover no regime esperado de tunelamento quântico macroscópico. Eles finalmente conseguiram obter concordância quantitativa com a teoria. Juntos, esses experimentos demonstraram além de qualquer dúvida razoável que um circuito supercondutor, grande o suficiente para ser visto a olho nu, poderia ser isolado suficientemente para observar tanto a quantização de energia de um grau de liberdade macroscópico quanto o tunelamento quântico macroscópico a partir de um estado metaestável, a partir de uma espectroscopia por micro-ondas do estado macroscópico da junção.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



EFEITOS DA DIFUSÃO ANÔMALA NO PERFIL DE TEMPERATURA EM UM SISTEMA BIOLÓGICO EX-VIVO AQUECIDO PERIODICAMENTE

DIMBARRE¹, Manuela Bertelli; SOMER¹, Aloisi

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

manudim0808@gmail.com

Palavras-Chave: Equação de Difusão Fracionária, Equação de Difusão de Calor, Predição para Técnicas Fototérmicas.

O objetivo deste trabalho é investigar os efeitos da difusão anômala no perfil de temperatura de um sistema biológico ex-vivo submetido a aquecimento periódico. Partindo das equações de difusão clássica e das suas generalizações com derivadas temporais fracionárias, o estudo propôs comparar modelos clássico e fracionário para uma camada de tecido ex-vivo irradiada por uma fonte periódica (representando, por exemplo, um feixe laser modulado). Foi formulado um problema unidimensional de dois meios (ar e tecido), considerando tanto modelos opacos (fonte aplicada na interface) quanto absorvedores volumétricos (Lei de Lambert–Beer), e impuseram-se condições de contorno de continuidade de temperatura e fluxo na interface. No modelo fracionário introduziu-se a ordem γ da derivada temporal para representar não-homogeneidades e efeitos de memória térmica. Resolveram-se analiticamente as equações no domínio da frequência assumindo soluções harmônicas $T(x, t) = \theta(x)e^{i\omega t}$, obtendo expressões para a amplitude espacial $\theta(x)$ nos casos clássico ($\gamma = 1$) e fracionário ($\gamma \in (0, 1)$). A intenção central foi avaliar como os parâmetros físicos — coeficiente de absorção óptica β , frequência de modulação f e ordem fracional γ — modulam a amplitude de temperatura na superfície e a profundidade de penetração térmica. Em particular, o objetivo incluiu quantificar diferenças entre difusão clássica e anômala: demonstrou-se que valores maiores de β concentram energia superficialmente, aumentando a amplitude na interface e reduzindo a penetração; já a redução de γ (comportamento subdifusivo) tende a incrementar a amplitude superficial e encurtar ainda mais a penetração térmica, alterando sensivelmente o perfil térmico em regime estacionário. Essas previsões analíticas visam orientar interpretações de experimentos fototérmicos e técnicas de caracterização térmica em tecidos ex-vivo. Incluiu derivar soluções analíticas e realizar simulações paramétricas (β variando de 1×10^3 a $1 \times 10^4 \text{ m}^{-1}$, f na escala de 1 Hz e $\gamma = 1; 0,9; 0,8; 0,7$) para quantificar a sensibilidade do perfil térmico e fornecer critérios de interpretação experimental mais precisos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DE VIDROS TELURETOS DOPADOS COM ÍONS DE TERRAS-RARAS

Marcos Vinicius Gauglitz^{1}, Jaqueline Valeski Gunha², Guilherme Teixeira Santos¹,
Giovanny Luttierri Viana¹, Aloisi Somer¹, Andressa Novatski¹.*

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil - Departamento de Física.

² Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil - Instituto de Física.

Marcos.gauglitz@gmail.com

Palavras-Chave: RAMAN, Túlio, Tm³⁺.

Vidros dopados com íons terras-raras, como o túlio, apresentam uma ampla gama de aplicações devido às suas propriedades ópticas e eletrônicas únicas. Para a produção desses vidros, é essencial utilizar uma matriz que apresente alta eficiência quântica nos comprimentos de onda desejados. Nesse contexto, os vidros à base de telúrio se destacam por suas propriedades vantajosas. Os vidros de telúrio exibem excelente estabilidade térmica ($\Delta T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$), baixa energia de fônon ($600 - 850\text{ cm}^{-1}$), alto índice de refração ($1,9 - 2,3$), ampla região de transparência espectral ($0,3 - 5\text{ }\mu\text{m}$), baixo ponto de fusão ($\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$) e boa estabilidade química e óptica. Neste estudo, investigamos os efeitos da adição de Tm_2O_3 ao sistema vítreo ternário $65\text{TeO}_2\text{--}15\text{Li}_2\text{O--}20\text{ZnO}$ (TLZ) por meio das técnicas de espectroscopia Raman, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), difração de raios X (DRX) e análises de propriedades físicas. A análise Raman das amostras de vidro dopadas com Tm^{3+} revelou alterações em diferentes bandas vibracionais. As unidades estruturais TeO_4 e TeO_3^{+1} com oxigênios não ligantes (NBO), bem como suas ligações associadas, foram significativamente influenciadas pela presença dos íons Tm^{3+} . A diminuição da intensidade de bandas, como aquelas correspondentes a TeO_4 e TeO_3^{+1} , indica que a rede vítrea foi reorganizada com a dopagem por Tm^{3+} . Esses resultados corroboram as observações estruturais relatadas quando íons Tm^{3+} são introduzidos na matriz vítrea. A análise por FTIR confirma a influência dos íons Tm^{3+} nas ligações Te--O--Te e nas unidades estruturais TeO_4 , enquanto os resultados de DRX confirmam a natureza amorfa das amostras de vidro. As propriedades físicas revelam uma redução na densidade de empacotamento de oxigênio (OPD) e uma leve variação na densidade, indicando uma estrutura de rede mais compacta.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CAMINHADAS QUÂNTICAS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

OSHIRO PAIXÃO¹, Maria Eduarda; de ANDRADE², Fabiano Manoel; TAKAJI TSUTSUI³,
Thiago

¹UEPG - Departamento de Física

²UEPG - Departamento de Matemática

³UEPG - Departamento de Pós-graduação

mariaeduardaoshiro@gmail.com

Palavras-Chave: Caminhadas quânticas, desvio padrão, emaranhamento

As caminhadas quânticas (CQ) são extensões das caminhadas aleatórias clássicas, destacando-se pelo uso de propriedades quânticas como interferência e emaranhamento, fundamentais para a computação e a informação quântica. A dinâmica das CQ é analisada em diferentes tipos de redes, incluindo grafos $G(V,E)$ homogêneos e não homogêneos, em que os vértices V representam posições e as arestas E conectam os vértices segundo as regras de transição. Em grafos homogêneos, as probabilidades de transição são iguais, ou seja, a estrutura é uniforme. Em grafos não homogêneos, os vértices e as arestas diferem entre si, o que altera as probabilidades de transição e torna a evolução mais complexa. Foram estudados dois modelos em redes homogêneas: a caminhada quântica com moeda (CQM) e a caminhada quântica de espalhamento (CQE); e um modelo em redes heterogêneas, baseado na sequência de Fibonacci. Após o estudo dos modelos de caminhadas quânticas e de suas propriedades, observou-se que, com base na distribuição de probabilidade e no desvio padrão, as CQ se propagam mais rapidamente que as caminhadas aleatórias clássicas, o que pode tornar buscas em algoritmos quânticos mais eficientes. Já o emaranhamento foi utilizado para analisar as correlações no sistema. Além disso, reproduzimos a distribuição de probabilidade de uma CQM em uma rede não homogênea baseada na sequência de Fibonacci, com o objetivo de compreender melhor a dinâmica complexa desse modelo. Esses resultados contribuem para o desenvolvimento de novas aplicações em computação quântica e informação quântica.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



MAPEANDO OSCILADOR DE DIRAC (2+1) DIMENSÕES NO MODELO ANTI-JAYNES-CUMMINGS

DINIZ MORO¹, Matheus; MANOEL DE ANDRADE², Fabiano; TAKAJI TSUTSUI³, Thiago

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Departamento de Matemática e Estatística

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

matheusdinizmr01@gmail.com

Palavras-Chave: Mecânica Quântica Relativística, Oscilador de Dirac e Modelo Anti-Jaynes-Cummings

A equação de Dirac é uma equação de onda da mecânica quântica relativística derivada em 1928 pelo físico inglês Paul Dirac. Ela é composta por princípios da mecânica quântica e da relatividade especial e descreve partículas de spin $1/2$ como o elétron. A derivação da equação também trouxe à luz novos fenômenos como o efeito *Zitterbewegung*. Em 1967, D. Itô, K. Mori e E. Carriere e, posteriormente, Mochinsky e Szczepaniak em 1989, desenvolveram um novo modelo baseado na equação de Dirac. A ideia era de criar um equivalente do oscilador harmônico simples para a mecânica quântica relativística. Isso foi feito ao introduzirem um termo de acoplamento não-mínimo. Quando tomamos o limite não-relativístico dessa expressão derivada por eles, encontramos a expressão do Hamiltoniano do oscilador harmônico quântico somado a um termo relacionado com o acoplamento spin-órbita. Um caso especial do oscilador de Dirac ocorre quando consideramos duas dimensões espaciais e uma temporal. Nesse caso, é possível fazer um mapeamento entre o oscilador de Dirac e um modelo do tipo Jaynes-Cummings. Para tal, introduzimos operadores quirais de criação e aniquilação, escritos em função dos operadores de criação e aniquilação padrões, que criam e destroem quantas de momento angular para a direita (no caso de uma quiralidade direita) e para a esquerda (no caso de uma quiralidade esquerda). A partir disso, fizemos o mapeamento, pela semelhança da estrutura algébrica, com o modelo Anti-Jaynes-Cummings. No nosso trabalho, reproduzimos alguns resultados envolvendo a evolução temporal de alguns observáveis e a análise desses mesmos na base de autoestados do operador de aniquilação quiral e traçamos alguns paralelos que acontecem em sistemas do tipo Jaynes-Cummings.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



FLUXO DE POLOS EM GRAFOS QUÂNTICOS

CASTILHO¹, Nataly B.; SILVA², Alison A.; ANDRADE³, Fabiano M.

¹ UEPG – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² UEPG – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

³ UEPG – Departamento de Matemática e Estatística

23040452003@uepg.br

Palavras-Chave: Polos; Grafos Quânticos; Função de Green.

Desde o surgimento da Teoria de Grafos atribuído a Euler no século XVIII, a solução de problemas modelados por grafos tem motivado muitas pesquisas em diversas áreas. Na física quântica, dentre as várias possibilidades destacam-se os estados grafos e os grafos quânticos. Nestes últimos, o estudo do espalhamento tem chamado atenção tanto do ponto de vista teórico quanto experimental. Com o estudo do espalhamento em grafos podemos observar como uma partícula interage com um potencial, ou uma barreira, a qual pode ser interpretada nesse contexto, como os vértices do grafo, dotados de suas condições de contorno. Dessa forma, podemos verificar o surgimento de ressonâncias. Para obtê-las é necessário realizar o cálculo da condição de ressonância, por meio dos quais encontramos os polos presentes no grafo; para tanto existem alguns métodos que podem ser utilizados como a função de Green; a matriz de espalhamento e o resolvente das ressonâncias. Desses, destacamos a função de Green. Por meio dessas metodologias encontramos os polos do grafo, os quais podem ser classificados como ressonâncias, antirressonâncias, estados ligados e estados antiligados de acordo com sua posição no plano complexo. Neste trabalho, fazemos um estudo do comportamento da probabilidade da amplitude de transmissão e dos polos de determinados grafos mediante a variação de certos parâmetros, como o comprimento das arestas do grafo e as condições de contorno.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



SIMULAÇÕES ESTRUTURAIS EM QUASI-ESTRELAS NO UNIVERSO PRIMORDIAL

Nathan Silva¹, Lucas Stori¹

Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

ncsilva@outlook.com

Palavras-chave: Estrela, Simulação, Dinâmica Molecular, Envelope estelar, Buraco negro.

O projeto de pesquisa propõe uma investigação computacional aprofundada das condições termodinâmicas no interior de quase-estrelas, entidades hipotéticas do universo primordial. O objetivo central é caracterizar a estrutura e a evolução desses objetos, nos quais o colapso do núcleo além do limite de Tolman-Oppenheimer-Volkoff (TOV) não resulta em uma evento de supernova disruptivo, devido à pressão de confinamento exercida pelo envelope de massa extremamente elevada. A sequência evolutiva prevista envolve a formação de um buraco negro estelar no núcleo, o qual, através da acreção de matéria e da consequente geração de um intenso fluxo de radiação, infla o envelope a um raio > 30 UA. O colapso gravitacional do sistema resultaria na emissão de um buraco negro de massa intermediária (até $\sim 10^5$ M), potencialmente servindo como semente para a formação subsequente dos buracos negros supermassivos em núcleos galácticos. Para quantificar os parâmetros termodinâmicos em tais ambientes de densidade e temperatura extremas, este estudo empregará simulações numéricas de Dinâmica Molecular. O escopo da investigação incluirá a modelagem do comportamento de fases e as transições de estado do hidrogênio e do hélio metálicos, componentes majoritários do envelope estelar. A análise será fundamentada em cálculos *ab initio*, notadamente pela aplicação da Teoria do Funcional da Densidade (DFT), para determinar equações de estado precisas e construir diagramas de fase sob condições de pressão que podem variar de regimes degenerativos a dominados pela radiação. A validação dos modelos será realizada mediante a comparação com dados publicados sobre fases sólidas e a prevista transição de fase líquido-líquido no hidrogênio, assegurando a robustez dos resultados. Esta abordagem permitirá elucidar os mecanismos de estabilidade hidrostática e os processos de transporte de energia no interior destes objetos transientes, fornecendo insights cruciais sobre a física da matéria em regimes inacessíveis em laboratório.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ESTADOS TRANSIENTES EM UM SISTEMA DE OSCILAÇÕES AMORTECIDAS

Autor; Queiroz; Gabriel Felipe Wilchak¹, Autor; Bittencourt, Conrado Ferreira², Autor; Szezech; José Danilo³.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física

²Universidade Estadual de Ponta Grossa – Programa de Pós-Graduação em Ciências

³Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Matemática e Estatística

24000705@uepg.br

Palavras-Chave: Pêndulo dissipativo, caos transiente, bacias fractais

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a dinâmica caótica de um pêndulo magnético dissipativo interagindo mutuamente com três ímãs dispostos nos vértices de um triângulo equilátero. Foram desenvolvidos algoritmos computacionais capazes de resolver as dinâmicas temporais deste pêndulo. Sistemas caóticos possuem aspectos em sua dinâmica que o caracterizam como sensibilidade às condições iniciais, trajetórias sem periodicidade e determinismo. Nesse contexto existe o caos transiente que assume uma trajetória regular em meio ao seu comportamento errático, este por sua vez possui um tempo transiente que é o tempo em que o sistema permanece no seu estado caótico. A análise das trajetórias individuais tem como objetivo investigar a sensibilidade às condições iniciais que o sistema desta pesquisa possui, mostrando como pequenas perturbações fazem com que a trajetória convirja a atratores distintos. Além disso, mostrou-se como a dependência dos parâmetros (ω_0, α, d) observando uma alteração significativa na dinâmica do sistema. Também, foi mostrado como o tempo reage em certas condições iniciais em regiões de fronteiras complexas e regiões de fronteiras regulares. Por fim, foi plotado o gráfico das bacias fractais evidenciando assim regiões com fronteiras complexas e fronteiras regulares, semelhantes qualitativamente a fractais.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



TRANSFERÊNCIA PERFEITA DE ESTADO EM CADEIAS DE SPIN

SANTOS¹, Rogério O.; SOARES², Eduardo K.; ANDRADE^{2, 3}, Fabiano M.

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Matemática e Estatística

24002005@uepg.com.br

Palavras-Chave: Grafos; transferência; qubits.

A transmissão de estados quânticos entre dois pontos é uma tarefa fundamental para viabilizar a comunicação em processadores e redes de informação quântica. Dependendo da tecnologia disponível, esta tarefa pode ser realizada de diferentes formas. Nesse contexto, as cadeias de spins têm atraído atenção significativa por sua capacidade de atuar como canais eficientes tanto para a transferência de informação quântica quanto para a geração e distribuição de emaranhamento. Cadeias de spin arquitetadas para transferência perfeita de estado (TPE), podem ser vistas como condutos ideais para o transporte de estados quânticos. Tais cadeias podem ser descritas por meio de grafos. Em cadeias de spins em grafos hipercubos, qualquer estado quântico pode ser transferido perfeitamente entre as antípodas dos hipercubos. O tempo de transferência nessas redes é constante e independente de sua dimensão, mas há uma limitação na TPE de apenas dois ou três qubits. Entretanto, um estado quântico pode ser transferido perfeitamente ao longo de uma cadeia de qualquer comprimento, desde que seja possível pré-projetar as interações entre os spins. Por este motivo, essas cadeias são particularmente atraentes, pois exigem apenas a interferência com o sistema no instante de injeção e de medição do estado, ao contrário de muitas outras propostas de comunicação quântica.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



RELATO DE EXPERIÊNCIA: A APLICAÇÃO DE UM CADERNO DIDÁTICO SOBRE LANÇAMENTO DE FOGUETES NUMA TURMA DE FORMAÇÃO DOCENTE (MAGISTÉRIO)

MACHADO¹, Samuel Correa; BERNARDES², Luiz Antônio Bastos

¹UEPG - Departamento de Física

²UEPG - Departamento de Física

samuelmachadoc@gmail.com

Palavras-Chave: Ensino de Física; Lançamento de Foguetes; Formação de Docentes

O presente relato aborda a relevância da experimentação com foguetes de garrafa PET como um recurso pedagógico eficaz no ensino interdisciplinar de Física e Química. A proposta analisa a aplicação de uma sequência didática já desenvolvida para os Ensinos Fundamental Anos Finais e Médio, adaptada e implementada em uma turma da segunda série do curso de Formação de Docentes do Colégio Sagrada Família, em Ponta Grossa-PR. A intervenção pedagógica ocorreu entre outubro e novembro de 2024, estendendo-se até maio de 2025. O referencial teórico-metodológico baseou-se em duas vertentes: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a ancoragem do novo conhecimento na estrutura cognitiva prévia do aluno, e o sociointeracionismo de Lev Vygotsky, que destaca o papel da interação social e da mediação na construção do conhecimento. Para acompanhar o desenvolvimento conceitual dos alunos, utilizou-se a técnica de mapas mentais, aplicada antes e após a intervenção. A análise dos dados textuais desta instrumentação ocorreu via processamento qualitativo no software IRAMUTEQ. O uso desta ferramenta possibilitou análises lexicais, gerando nuvens de palavras e gráficos de similitude, que representam visualmente a apropriação e articulação dos conceitos científicos pelos futuros professores. A metodologia integrou coerentemente teoria, prática e tecnologia, criando um ambiente de aprendizagem dinâmico e contextualizado. Os resultados preliminares indicam que a proposta didática, materializada em um caderno de atividades elaborado para este fim, facilita a construção ativa do conhecimento pelos alunos. Esta abordagem mostrou-se promissora ao tornar os conceitos científicos tangíveis, promovendo o engajamento dos alunos no processo educativo e revelando um potencial de replicação em diversas etapas do ensino básico.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE ENSINO NA FÍSICA

PATEL, Elizete Junges; ANDRADE, Dayane Rejane Dornelles.
Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

elizetejungespatel@gmail.com

Palavras-Chave: estudo de caso, ensino de física.

O método de Estudo de Caso é uma abordagem que teve seu início especialmente na medicina, concebido como forma de analisar situações reais com profundidade e promover a tomada de decisão fundamentada através da investigação. Passou a ser incorporado ao ensino de Ciências como estratégia para integrar teoria e prática em contextos autênticos. O objetivo do trabalho é determinar o nível de aprendizagem dos alunos utilizando o estudo de caso aplicados ao ensino dos conceitos de calorimetria. Projeto desenvolvido em um colégio agrícola na cidade de Ponta Grossa/PR, em uma turma do 1º ano. Tendo em vista que o modelo de ensino no Brasil ainda está fortemente voltado para o método tradicional bancário, no qual a função do aluno é apenas receber o máximo de conteúdo possível para, posteriormente, ser aprovado em vestibulares, este projeto de pesquisa parte de uma crítica a esse modelo. Trata-se de um desafio, pois essa abordagem coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, como um sujeito autônomo. O tema foi escolhido depois de analisar que a maioria dos estudos nessa área são estudos de caso de uma temática abordada de uma certa forma, mas nunca ele aplicado nas aulas como método de ensino. A aplicação do projeto foi dividida em cinco etapas, sendo: aula teórica sobre calorimetria; atividade para avaliar o desempenho das aulas expositivas; texto do caso; discussão do caso e atividade para avaliar o desempenho do método de estudo de caso. Os resultados demonstram que a maioria dos estudantes conseguiu compreender o conteúdo das aulas expositivas. 52,8% dos alunos acertaram todas as questões, enquanto 86,09% deles ficaram acima da média de nota. Apenas 13,9% ficaram abaixo da média.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE DIELÉTRICA DA CAMADA DE HIDRATAÇÃO MICELAR VIA RESSONÂNCIA PLASMÔNICA DE NANOPARTÍCULAS DE OURO

¹PATEL, Elizete J.; ²CARNEIRO, Julia L.M.; ²TURCHIELLO, Rozane F.; ¹GÓMEZ, Sérgio L.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Física
elizetejungespatel@gmail.com

Palavras-Chave: constante dielétrica, concentração micelar crítica, nanopartículas plasmônicas de ouro.

A constante dielétrica mede o grau de polarização induzida em um meio pela presença de um campo elétrico, sendo geralmente representada por um tensor de segunda ordem. Seu valor depende da resposta molecular individual, relacionada à polarizabilidade, e da resposta coletiva ao campo. Em sistemas confinados em escala nanométrica, como superfícies ou micelas, a água apresenta uma redução significativa de sua constante dielétrica em relação ao valor a granel, devido à diminuição da mobilidade das moléculas. Essa redução é mais pronunciada na direção perpendicular à superfície confinante, efeito atribuído à rede de ligações de hidrogênio da água interfacial.

A constante dielétrica local pode ser determinada por sondas moleculares ou por nanopartículas plasmônicas de metais nobres, como ouro e prata. Essas nanopartículas apresentam uma banda característica de ressonância de plásmom de superfície localizada (LSPR), sensível à constante dielétrica do meio. Neste trabalho, demonstra-se o uso de nanopartículas de ouro (AuNPs) como sondas para determinar a constante dielétrica efetiva fora do plano, revelando alterações na estrutura da camada de hidratação na concentração micelar crítica (CMC) da mistura SDS-água. As NPAu foram preparadas via rota fototérmica, utilizando citrato de sódio e cloreto de ouro (III), além de serem feitas 12 soluções aquosas de SDS de 1mM a 12mM, variando 1mM cada. As amostras foram analisadas por condutividade elétrica e pelo espectro de UV-Vis. Na condutividade elétrica ambas as amostras de SDS sem e com NPAu obtiveram uma CMC na base de 6,3mM e 6,5mM, mostrando que a condutividade elétrica aumentou. Já para o espectro de UV-Vis o valor da CMC apresenta um desvio de aproximadamente 1nm em 7,5mM, o que representa uma mudança na constante dielétrica do meio ao redor da NPAu. Conclui-se que NPAus são sondas sensíveis e adequadas para a constante dielétrica local, visto que detecta pequenas alterações na sua estrutura.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



REVISITANDO O MODELO JAYNES-CUMMINGS COM ACOPLAMENTO DEPENDENTE DO TEMPO

TSUTSUI¹, Thiago T.; CIUS², Danilo; VIDIELLA-BARRANCO³, Antonio; CASTRO^{1,4}, Antonio S. M.; ANDRADRE, Fabiano M.^{1,5}

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade de São Paulo – Instituto de Física

³ Universidade de Campinas – Instituto de Física “Gleb Wataghin”

⁴ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física

⁵ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Matemática e Estatística

takajitsutsui@gmail.com

Palavras-Chave: Óptica Quântica; Modelo Jaynes-Cummings; Acoplamento dependente do tempo

O modelo de Jaynes–Cummings (JC) constitui uma estrutura fundamental e totalmente quantizada para explorar as interações luz-matéria, uma reflexão oportuna sobre um século de teoria quântica. O modelo de JC dependente do tempo (TDJC) introduz variações temporais em certos parâmetros, o que frequentemente exige métodos numéricos. No entanto, sob a condição de ressonância, soluções exatas podem ser obtidas, permitindo a compreensão analítica de uma variedade de cenários físicos. Neste trabalho, estudamos o modelo TDJC ressonante considerando diferentes modulações do acoplamento átomo-campo. O modelo é apresentado e uma solução analítica é derivada de forma didática, permitindo-nos examinar como acoplamentos dependentes do tempo afetam a inversão de população atômica e o emaranhamento átomo-campo. Também consideramos um átomo atravessando uma cavidade parcialmente resfriada, o que induz periodicidade e revela os efeitos combinados do movimento atômico e das flutuações térmicas. O vetor de Bloch é utilizado para analisar a dinâmica do sistema, incluindo a pureza do estado atômico, e revela fenômenos como o alinhamento do dipolo atômico com o campo devido ao acoplamento oscilante, bem como o aprisionamento da população atômica, que surge ao aumentar o número inicial médio de fótons térmicos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



RADIAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROMOVER A ASSIMILAÇÃO DE CONCEITOS POR MEIO DA TEORIA DE AUSUBEL

BARÃO¹, Vinicius Luy de Souza; ANDRADE¹, Dayane Rejane Dorneles

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento De Física

viniciusluyb@gmail.com

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa; Ensino de Física; Simuladores.

O ensino de Física no Brasil enfrenta um cenário precário e estagnado, dominado por uma metodologia expositiva e mecânica. Para reverter essa situação, este trabalho propõe a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, cujo princípio central é a aprendizagem se tornar significativa quando uma nova informação se conecta a um conhecimento prévio relevante já existente na estrutura cognitiva do aluno. O método foi aplicado à turma de 30 alunos do 3º ano C do Colégio Agrícola Estadual Augusto Ribas, com o objetivo de aplicar essa teoria ao ensino do conceito de Radiação, um tema de alta dificuldade. A estratégia principal é transformar o abstrato em concreto por meio de simuladores, estimulando a participação ativa dos estudantes para desvendar os acontecimentos. A pesquisa, guiada pela TAS mediada por simuladores, pode melhorar a compreensão da Radiação utilizando uma Sequência Didática que começa com "organizadores prévios", como dúvidas e discussões, para identificar os subsunçores dos alunos. A partir desse diagnóstico, foram desenvolvidas aulas dialogadas, promovendo uma compreensão motivadora dos conceitos. Obtivemos como resultado que o comportamento da turma em comparação ao "ensino tradicional" não teve mudança significativa. Porém, verificou-se que a maioria adquiriu conhecimento significativo, unindo as ideias da Física Nuclear aos perigos reais que a sociedade pode enfrentar a partir do contato indevido com materiais radioativos. Conclui-se que a TAS, unida com simuladores, é uma boa metodologia para a transmissão de conceitos de Física mais abstratos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

GRUBE¹, Camila Vitória Bizarri; BRINATTI¹, André Maurício; PIRES¹, Luiz Fernando; CORRECHEL², Vladia; SAAB¹, Sergio da Costa.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física.

²Universidade Federal de Goiás – Departamento de Agronomia.
camilabizarri@gmail.com

Palavras-Chave: Vibração molecular, número de onda, minerais.

A espectroscopia no infravermelho é uma das poucas técnicas capazes de fornecer informação sobre a estrutura e a composição de fases amorfas, como o solo moído, configurando-se como uma ferramenta valiosa na caracterização molecular de espécies inorgânicas. Essa técnica busca identificar a presença de grupos funcionais na amostra analisada, com base na interação dos compostos com a radiação eletromagnética incidente. A espectroscopia no infravermelho consiste em medir a intensidade das vibrações moleculares, que variam de acordo com as estruturas, os tipos de ligações existentes entre os átomos e os grupos funcionais, permitindo que ocorra a ressonância com a radiação infravermelha incidida. O trabalho aborda o estudo do princípio físico da técnica de espectroscopia de infravermelho, utilizando o simulador IR tutor, a peneiração das amostras de solo e análise no espectrômetro de infravermelho. Por meio dessa técnica realizou-se a caracterização de amostras de solos Latossolo Vermelho (LVe), abrangendo minerais presentes nas camadas superficiais e na profundidade de até 40 cm do solo. As amostras foram coletadas em oito perfis, sendo SF (superfície, 0 -20 cm) e SB (subsuperfície, 20- 40cm). Foram identificados minerais como Caulinita (Cau), Haloisita (Ha), Gibbsita (Gb), Geothita (Gt), Vermiculita (Ve), Montmorilonita (Mt), Quartzo (Qz), Magnetita (Mag), Rutilo (Rt), Carbono orgânico (C-H).



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



PROPRIEDADES MECÂNICAS DE VITROCERÂMICAS DE DISSILICATO DE LÍTIO

MELLO¹, Abner; SILVA², Roni; ZANOTTO³, Edgar; SERBENA¹, Francisco.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de física

²Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de engenharia de materiais

³Universidade Federal de São Carlos- Departamento de engenharia de materiais

abnvxx@gmail.com

Palavras-Chave: Vitrocerâmicas; Dissilicato de lítio; Propriedades mecânicas.

Vidros são materiais frágeis e um dos métodos para otimizar suas propriedades mecânicas se dá pela cristalização, transformando-o em uma vitrocerâmica. A vitrocerâmica de dissilicato de lítio possui ampla aplicação odontológica, onde o desempenho das propriedades mecânicas é necessário. As amostras de vidro foram produzidas pelo método de fusão/resfriamento, enquanto as vitrocerâmicas foram obtidas por tratamento térmico duplo, o primeiro de nucleação e o segundo de crescimento, obtendo amostras com 5, 15, 30, 60, 80 e 100% de fração cristalizada volumétrica com cristais de 10 μm . O presente trabalho buscou analisar a dependência da resistência ao trincamento (CR), da tenacidade à fratura por indentação (KC) e da dureza Vickers (Hv) em função de sua fração volumétrica cristalizada. Observou-se a redução dos valores do CR com o aumento da fração cristalizada, exceto para 5 e 100%. A dureza, ao contrário, aumentou em função do aumento da fração cristalina volumétrica. Já o KC não mostrou ter dependência com a fração volumétrica cristalizada. Os resultados de KC e HV concordam com a literatura, porém o comportamento observado do CR exige mais estudos para ser compreendido.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



MODELO MATEMÁTICO FRACTAL PARA CRESCIMENTO TUMORAL

KOLTUN¹, Ana Paula da Silva; TROBIA², José; SOUZA¹, Diogo Leonai Marques; BATISTA², Antonio Marcos

¹Univerdade Estadual de Ponta Grossa – Doutorando(a) no Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

²Univerdade Estadual de Ponta Grossa – Professor no Departamento de Matemática e Estatística

anapkoltun@gmail.com

Palavras-Chave: modelo matemático, câncer, quimioterapia.

Um dos tratamentos tradicionais para o câncer é a quimioterapia. Sendo um tipo de tratamento que utiliza fármacos para tratar o câncer e prevenir o crescimento de células tumorais. Estão sendo desenvolvidos diferentes protocolos e procedimentos de quimioterapia. Modelos matemáticos estão sendo propostos para analisar aspectos relacionados à proliferação de células cancerígenas. Neste trabalho, analisamos um modelo matemático onde são consideradas células saudáveis, imunológicas, cancerígenas e agentes quimioterápicos. O modelo incorpora a resistência do câncer ao tratamento. Isso devido aos processos de mutação desencadeados pela quimioterapia. Introduzimos um operador fractal ao modelo. Demonstramos que a ordem do operador fractal influencia a evolução temporal das populações de células consideradas. Além disso, analisamos três protocolos diferentes de tratamento. Nos resultados obtidos, observamos que o número máximo de células cancerígenas e o intervalo de tempo para que esse máximo seja atingido dependem significativamente das condições iniciais do número de células saudáveis. E também dependem das condições iniciais do número de células cancerígenas. Nossos resultados mostram que os protocolos desempenham importante no tratamento do câncer, pelo fato que o tipo de protocolo escolhido pode resultar em uma melhor supressão das células cancerígenas.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



INVESTIGAÇÃO TEÓRICA DO MAGNETISMO EM MATERIAL SUPERCONDUTOR X0.08TiSe2 (X= MN, FE, CO, NI E CU)

ROSA, Guilherme Bonifácio¹; LACERDA, Luis Henrique Silveira²; LÁZARO, Sérgio Ricardo de¹

¹UEPG - Departamento de Química

²UFSC - Departamento de Química

gbonifacios@gmail.com

Palavras-Chave: Magnetismo; supercondutor.

O material TiSe₂ é notoriamente conhecido no contexto de materiais supercondutores, por apresentar temperatura crítica de supercondução em 4.4 K e principalmente pela possibilidade de modificação química nas regiões inter-lamelares. A modificação do material com metais de transição (MT) é promissoras pela interação efetiva dos orbitais 3d do dopante com Se e com os orbitais d do Ti. No presente trabalho teórico, investigou-se as dopagens na concentração de 8% no material TiSe₂ na simetria P-3m1 em fase bulk e monocamada do material. Os metais dopantes propostos são Mn, Fe, Co, Ni e Cu. Isso para investigar o efeito de dopantes magnéticos com momento magnético decrescente. As simulações se deram em nível DFT/HSE06 com uso de conjuntos de bases do tipo gaussianas nas descrições de todos os átomos dos sistemas. A simulação do material TiSe₂ apresenta dados estruturais e de parâmetros de rede muito próximos com dados experimentais da literatura. A dopagem de MT no material em fase bulk, preserva a simetria do material com baixas distorções nas ligações Ti-Se do material. Os metais com comportamento magnético apresentam perfil de material semiconductor, todos com valor de bandgap próximos de 1,0 eV, enquanto o material dopado com Cu, que tem perfil diamagnético, apresenta no ponto Γ um ponto de degenerescência da Banda de Valência e Condução, caracterizando como um cone de Dirac da estrutura. Isso denota que em fase Bulk, o material Cu_{0,08}TiSe₂ é promissor para acentuar a estrutura eletrônica para aplicação como semiconductor. Em mono camada, todos as dopagens em relação ao material não dopado apresentam bandgap próximos a 1,2 eV, característico de semicondutores. O material aplicado em monocamada pode ser promissor em aplicações de fotocatalise, enquanto em fase bulk dopado com Cu para supercondutor.



XXVI Semana da Física

22/10 a 24/10 de 2025



EVASÃO DA RADIAÇÃO RF EM FORNOS MICRO-ONDAS

Hellen Karoline da Paz Gonçalves da Silva ¹, Kauanny Nicole dos Santos ², José Flávio Marcelino Borges ³

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa– Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos.

²Universidade Estadual de Ponta Grossa– Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos.

³Universidade Estadual de Ponta Grossa– Professor do Departamento de Física da UEPG.

hellendapazgoncalves@gmail.com knicolest@gmail.com

Palavras-Chave: Radiação não ionizante, forno micro-ondas, limite de segurança.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a evasão de radiação de fornos micro-ondas domésticos, considerando tanto as diferentes posições ao redor do equipamento quanto a variação em função da distância do usuário, a fim de identificar onde ocorre maior fuga e verificar a conformidade com os limites de segurança estabelecidos internacionalmente. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Espectroscopia Mössbauer da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), utilizando cinco modelos distintos de fornos micro-ondas com diferentes tempos de uso. Para as medições, empregou-se o detector Multi-Field EMF Meter HT627, com carga interna de 200 mL de água. Os testes foram realizados em diferentes posições (frente, lado direito, lado esquerdo e atrás) e em distâncias progressivas (10, 20, 30, 50, 75 e 100 cm), com os aparelhos avaliados tanto com aterramento quanto sem aterramento. Os resultados mostraram que a porta frontal dos fornos foi a região de maior evasão de radiação. Em relação à distância, observou-se que os maiores valores ocorreram a 10 cm da parte frontal, reduzindo significativamente com o aumento da distância. O aterramento apresentou efeito positivo na redução das fugas. O maior valor registrado foi de 141 mW/m², ainda muito abaixo do limite de 10 W/m² definido pela International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Conclui-se que, apesar da presença de pequenas fugas de radiação não ionizante, os equipamentos avaliados operam dentro de condições seguras para uso doméstico. Os achados reforçam a importância da aplicação das normas internacionais, sobretudo diante da ausência de regulamentação específica no Brasil, e contribuem para ampliar a compreensão sobre a segurança associada ao uso de fornos micro-ondas em diferentes cenários de operação.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ESTUDO DE CAMINHADAS QUÂNTICAS EM COMPUTADORES QUÂNTICOS

SCHEIFER¹, Gabriel; TAKAJI TSUTSUI², Thiago; M. ANDRADE^{2,3}, Fabiano

¹UEPG - Departamento de Física

²UEPG - Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

³UEPG - Departamento de Matemática e Estatística

GabrielScheifer2023@outlook.com

Palavras-Chave: Emaranhamento; computação quântica; grafos

A computação quântica representa um paradigma tecnológico fundamentado na teoria quântica, na qual fenômenos como superposição e emaranhamento são essenciais para a operação de seus protocolos. Essa área surge da necessidade de compreender e manipular a informação em um nível mais fundamental, indo além das limitações impostas pela física clássica. Para entender sua base conceitual, é necessário analisar o significado de informação em suas versões clássica e quântica. Na formulação clássica, Claude Shannon propôs que a informação associada a um evento está relacionada à sua probabilidade de ocorrência: quanto menos provável o evento, maior a quantidade de informação adquirida. Essa formulação permitiu estabelecer uma quantificação da informação, fornecendo bases sólidas para a teoria da comunicação e o processamento de dados. Já no contexto quântico, a informação assume uma natureza probabilística intrínseca, em que o estado do sistema é descrito por um estado quântico. Assim, a informação quântica não se refere apenas a resultados definidos, mas ao conjunto de possibilidades representadas por estados superpostos. O emaranhamento, por sua vez, cria correlações não clássicas entre partículas, possibilitando comunicações e cálculos mais eficientes do que os obtidos por meios clássicos. De natureza teórica, este trabalho apresenta uma introdução didática aos conceitos fundamentais que relacionam a teoria da informação clássica à computação quântica, usando para isso o modelo de caminhadas quânticas, destacando sua relevância para o avanço científico e tecnológico.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE VIDROS FOSFATOS COM ADIÇÃO DE ÓXIDO DE TÂNTALO

MARTINS¹, Gabriela Kobelnik.; SILVA¹, Roni Alisson.; KURELO¹, Bruna Corina Emanuely Schibicheski; BATISTA², Gislene; POIRIER², Gael Yves; SERBENA¹, Francisco Carlos.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

²Universidade Federal de Alfenas - Departamento Ciência e Engenharia de Materiais

gabi.kobelnik@gmail.com

Palavras-Chave: Vidro Fosfatos; Óxido de Tântalo; Vitrocerâmica.

Composições de vidros à base de fosfatos com adição de óxido de tântalo não possuem ampla caracterização, apesar desse óxido proporcionar vidros promissores para aplicações ópticas. Amostras de vidros fosfatos com adição de óxido de tântalo no sistema binário $(100 - x)\text{NaPO}_3 - x\text{Ta}_2\text{O}_5$, variando x de 20% a 50% em mol, foram preparadas pelo método splat-cooling em placas de 3 mm. As vitrocerâmicas foram preparadas através do tratamento térmico, do vidro com 47,5% de Ta_2O_5 , nas temperaturas de 938 a 968°C por 30 minutos. A caracterização foi realizada por DSC e DRX, enquanto os ensaios mecânicos foram realizados por microindentação e nanoindentação. A incorporação de tântalo à rede de fosfato de sódio resultou no aumento da temperatura de transição vítrea proporcional à concentração de Ta_2O_5 . Os difratogramas das vitrocerâmicas mostraram picos de difração para as temperaturas de tratamento térmico mais elevados, indicando aumento na cristalização e consequente perda de transparência por dispersão. Os cristais formados correspondem à fase cristalina do tipo bronze, com estrutura semelhante à perovskita $\text{Na}_2\text{Ta}_8\text{O}_{21}$ (JCPDS 28-1137). Os ensaios mecânicos indicaram aumento da dureza Vickers com a adição de tântalo, variando de 5,0 GPa na amostra G-20Ta para 8,9 GPa na amostra G-50Ta. A amostra G-50Ta também apresentou os maiores valores de nanodureza (7,6 GPa) e módulo de elasticidade (118,8 GPa). A tendência observada pode ser atribuída à formação de octaedros de TaO_6 e à saturação da rede vítrea em maiores concentrações de tântalo, o que provoca o aumento da temperatura de transição vítrea e na diminuição do comprimento da ligação Ta-O, acarretando dureza e módulo de elasticidade elevados.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



RESPOSTA NÃO LOCAL EM CÉLULAS ELETROLÍTICAS: UM MODELO POISSON-NERNST-PANCK GENERALIZADO COM EFEITO DE MEMÓRIA

Rocha G.G.¹, Rosseto M. P.^{2,3}, Jaronski R. J.¹, Gryczak D. W.¹, Evangelista L. R.², Zola R. S.^{2,3},
Lenzi E. K.^{2*}

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

²Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Física

³Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Departamento de Física

gabrielrolks@gmail.com

Palavras-Chave: resposta elétrica; difusão anômala, condutividade elétrica

Apresentamos uma extensão do modelo padrão de Poisson–Nernst–Planck, incorporando efeitos de memória temporal para descrever a resposta de impedância espectroscópica em sistemas eletrolíticos. Este modelo resulta em uma relação modificada para a densidade de corrente, na qual o fluxo iônico depende não localmente do campo elétrico aplicado. A impedância elétrica resultante pode exibir relaxamento não-Debye e escalamento de tipo fracionário em baixas frequências, fornecendo uma base para a difusão anômala em eletrólitos confinados. Analisamos dados de espectroscopia de impedância de soluções de NH_4Cl glicérol para várias concentrações, a fim de validar o modelo. A comparação demonstra como o núcleo de memória governa a transição entre os regimes de difusão normal e anômala, permitindo ajustes precisos aos dados experimentais. Esses resultados evidenciam a relevância do transporte guiado por memória em fluidos complexos e sugerem um caminho para unificar os modelos de impedância padrão e fracionários.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



AVALIAÇÃO DE TECIDOS BIOLÓGICOS EX VIVO POR DINÂMICA DE RELAXAÇÃO TÉRMICA

SILVA, Gabrielly de Mattos Dias da¹; NOVATSKI, Andressa²;

¹UEPG - Departamento de Ciências Farmacêuticas

²UEPG - Departamento de Física

22002141@uepg.br

Palavras-Chave: *Termografia infravermelha; Propriedades térmicas; Permeação de substâncias*

Este trabalho investigou a dinâmica de relaxação térmica para otimizar a técnica no estudo de tecidos biológicos *ex vivo*. Foram utilizadas amostras de pele suína, tarso de galinha e coxim plantar de galinha, submetidas a um período de estabilização térmica. As amostras foram organizadas em quintuplicata e tratadas com grupo controle, solução salina a 0,9% (soro fisiológico) ou óleo mineral, em tempos de 5, 30, 60 e 90 minutos. Após o tratamento, as amostras foram aquecidas com laser de 532 nm e a variação de temperatura pós-aquecimento foi monitorada com câmera térmica. Os dados de decaimento térmico foram ajustados a uma equação exponencial para obter o tempo de relaxação térmica.

Os resultados indicaram diferenças significativas entre os tecidos e as substâncias aplicadas. O coxim plantar apresentou a dissipação de calor mais rápida, potencialmente associada à maior vascularização. A pele suína mostrou a maior barreira térmica, coerente com sua espessura e organização em camadas. O soro fisiológico aumentou a retenção térmica no coxim plantar, mas acelerou a dissipação na pele suína, facilitando a troca de calor. Em contraste, o óleo mineral atuou como uma barreira térmica em ambos os tecidos, retardando a perda de calor, sendo mais evidente na pele suína. Esses achados demonstram que a técnica permite diferenciar propriedades estruturais dos tecidos e avaliar o impacto físico-químico das substâncias aplicadas. Contudo, a principal dificuldade enfrentada foi o controle da temperatura em dias frios, devido à falta de sistema de aquecimento laboratorial, o que resultou em perdas e atrasos nas medições. A técnica se mostra promissora como ferramenta complementar em diagnóstico e cosmetologia.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E RESISTÊNCIA À CORROSÃO DA SUPERLIGA INCONEL 718 ATRAVÉS DA NITRETAÇÃO POR PLASMA

NEVES¹, Guilherme; de SOUZA¹, Gelson; PINTAÚDE², Giuseppe; BASSANI³, André, GARCIA³, Jarem; PESSÔA³, Christiana.

¹Laboratório de propriedade mecânicas e superfícies, Departamento de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil

²Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

³Departamento de Química, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil
guilhermebuds@gmail.com

Palavras-Chave: nitretação, fase γ_N , corrosão

A inserção de nitrogênio em ligas de Fe-Cr-Ni formam a fase austenita expandida γ_N . Este estudo teve como objetivo investigar e otimizar o controle da formação de γ_N na superliga Inconel 718 pela técnica de implantação iônica por imersão em plasma (PIII). Os tratamentos foram realizados em temperaturas de 300 a 400 °C; na temperatura intermediária (350 °C), os parâmetros de implantação densidade de energia ($\bar{E}$) e fluência de íons (Γ) variaram em três condições diferentes. Temperaturas mais elevadas resultaram em camadas significativamente mais espessas. A condição com valor mais baixo de $\bar{E}$ e mais elevado de Γ produziu uma camada com $\sim 3,5$ μm de espessura, o que é 9% maior que a camada mais fina obtida na mesma temperatura. As camadas modificadas apresentam propriedades mecânicas aprimoradas, com dureza três vezes maior e módulo de elasticidade semelhante aos valores do substrato. As superfícies de Inconel 718 nitretadas exibiram valores de potencial de corrosão (E_{corr}) mais altos, sugerindo uma susceptibilidade menor à corrosão, o que destaca o potencial da nitretação em aumentar a resistência da liga. Além disso, os valores da densidade de corrente de corrosão (J_{corr}) e os coeficientes de Tafel indicaram que a nitretação efetivamente reduziu as taxas de corrosão no Inconel 718, ao mesmo tempo em que exibiu um comportamento mais estável, característico de boa passividade. Essa descoberta é ainda mais apoiada por valores mais baixos de taxa de corrosão e valores mais altos de resistência à polarização, demonstrando a durabilidade do material em um ambiente corrosivo.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



QUBIT TRANSMON

NAZARKO FERREIRA¹, Leandro; MAGALHÃES DE CASTRO², Antonio Sérgio

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Departamento de Física

leandronazarko233@gmail.com

Palavras-Chave: qubits supercondutores; qubit de carga; transmon

Nas últimas décadas muitos recursos foram mobilizados para o desenvolvimento de novas tecnologias, ligadas principalmente a informação e a informação quântica, dentre essas tecnologias, os computadores quânticos tem ganhado grande destaque devido a grande capacidade de tratamento de informação, nesse contexto apresentamos uma das possíveis arquiteturas para computação quântica escalável. Qubits transmon são dispositivos de estado sólido formados por um circuito do tipo LC , que age como um átomo artificial, é formado por uma ilha supercondutora com duas junções Josephson (JJ) conectadas em paralelo (as JJ são formadas por um "sanduíche" de supercondutores, supercondutor-isolante-supercondutor, são elementos não lineares que possibilitam o tunelamento de pares de Cooper para dentro e para fora da ilha) conectada a um capacitor de portão C_g e uma tensão externa V_g que permite controlar o número de pares de Cooper na ilha, ajustando a energia eletrostática (energia de carga). O transmon explora um fato notável: a dispersão de carga reduz exponencialmente com a razão entre a energia de Josephson E_J e a energia de carregamento E_C , E_J/E_C , enquanto a anarmonicidade apenas diminui algebricamente com uma lei de potência lenta na razão E_J/E_C . Ele é um projeto de qubit que alcança esta razão maior derivando a junção Josephson de um qubit de carga com um grande capacitor C_B ligado em paralelo a ilha supercondutora. A vantagem dessa arquitetura para a computação quântica se dá pela larga escalabilidade do dispositivo, mesmo com tempos de coerência baixos, tempos que são abaixo dos necessários para um experimento completo, cerca $40\mu s$, o projeto se apresenta promissor para a computação quântica abrindo muitas possibilidades para o seu uso, como qubits acoplados para informação quântica e estudo de muitos corpos (many-body).



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



DINÂMICA DO MODELO JAYNES-CUMMINGS

DINIZ MORO¹, Matheus; MANOEL DE ANDRADE², Fabiano; TAKAJI TSUTSUI³, Thiago

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Departamento de Matemática e Estatística

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

matheusdinizmr01@gmail.com

Palavras-Chave: Óptica Quântica, Modelo Jaynes-Cummings, Colapsos e Renascimentos da Inversão de População

Neste trabalho, estudamos a dinâmica do modelo Jaynes-Cummings (JC) e seus contrastes com o Modelo de Rabi, isto é, os contrastes existentes entre a descrição quântica (JC) e a semi-clássica (Rabi) do problema da interação de um sistema de dois níveis interagindo com um campo eletromagnético. Para tal, fizemos a quantização do campo eletromagnético e construímos o Hamiltoniano de Interação usando a aproximação de dipolo e, no caso do Modelo JC usamos também a aproximação de RWA (aproximação de onda girante); em ambos os casos, o átomo foi tratado como um sistema quântico de dois níveis. As diferenças entre os modelos foram tratadas sob o ponto de vista da Inversão de População. Para o modelo semi-clássico, esse fenômeno foi analisado assumindo-se um campo não clássico; para o modelo quântico, essa análise foi feita assumindo-se um campo quantizado, mas também como diferentes descrições de estados (fock states a estados coerentes) afetam a dinâmica desse problema.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



PROCESSAMENTO DE IMAGENS ASTRONÔMICAS

SILVA, Nathan¹

Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

ncsilva@outlook.com

Palavras-chave: Processamento de dados, Astronomia, Astrofotografia, Telescópio.

O processamento de imagens astronômicas é uma etapa crucial para transformar dados científicos brutos em representações visuais compreensíveis e cientificamente valiosas. Este trabalho explorou as técnicas e os fundamentos por trás desse processo, tomando como principais exemplos as imagens do Telescópio Espacial Hubble e do Telescópio Espacial James Webb. Foram investigadas as técnicas de calibração e combinação de múltiplas exposições para reduzir ruído e artefatos instrumentais. Um foco central foi a explicação da relação entre os filtros utilizados nas observações — que capturam luz em comprimentos de onda específicos — e os fenômenos físicos que revelam. Por exemplo, filtros de banda estreita do Hubble isolam a emissão de elementos específicos, como o hidrogênio e o oxigênio em nebulosas, enquanto os instrumentos infravermelhos do Webb penetram poeira cósmica para observar regiões de formação estelar. A pesquisa também detalhou a necessidade e a metodologia da atribuição de cores falsas, um procedimento essencial para visualizar dados obtidos em comprimentos de onda invisíveis ao olho humano. Através da análise de casos concretos, demonstrou-se como as cores nas imagens finais são escolhidas para destacar estruturas, composições químicas ou distâncias, sem perder o vínculo com a realidade física. O objetivo final foi desmistificar a natureza dessas imagens, enfatizando que, apesar do processamento sofisticado, elas são baseadas em dados reais, servindo tanto como ferramentas de pesquisa científica quanto como poderosos instrumentos de divulgação que conectam o público ao cosmos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



CÁLCULO FRACIONÁRIO E PROCESSOS DE MEMÓRIA: UMA INTRODUÇÃO ÀS INTEGRAIS DE ORDEM NÃO INTEIRA

Buhrer de abreu, Rian ¹; TROBIA ², José

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa – Aluno no curso de Física - Bacharelado

²Universidade Estadual de Ponta Grossa – Professor no Departamento de Matemática e Estatística

- 25003505@uepg.br

Palavras-Chave: Cálculo Fracionário; Integral fracionária; Processos de Memória.

O cálculo fracionário é uma generalização do cálculo diferencial e integral clássico, permitindo que derivadas e integrais assumam ordens não inteiras. Sua origem remonta ao século XVII, em uma troca de cartas entre Leibniz e L'Hôpital, onde se questionava o significado de uma derivada de ordem fracionária. Neste trabalho, é apresentada uma introdução aos principais conceitos que fundamentam o cálculo fracionário, como as funções Gama e Beta, a definição de Shilov e a integral fracionária de Riemann. Além do desenvolvimento teórico, discute-se como esse formalismo se relaciona com sistemas que exibem memória e comportamento não local, evidenciando sua relevância em diversos contextos físicos e matemáticos.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL E INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE FÍSICA: DETERMINAÇÃO DA CMC POR ESPALHAMENTO DE LUZ

¹PATEL, Elizete J.; ¹PEREIRA, Luiz A.A.; ²TURCHIELLO, Rozane F.; ¹GÓMEZ, Sérgio L.

¹Universidade Estadual de Ponta Grossa - Departamento de Física

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Física

elizetejungespatel@gmail.com

Palavras-Chave: concentração micelar crítica; espalhamento de luz.

A concentração micelar crítica (CMC) é o valor de concentração a partir do qual moléculas surfactantes (que apresentam simultaneamente regiões hidrofílicas e hidrofóbicas) passam a se auto-agregar espontaneamente em estruturas organizadas, denominadas micelas. A forma e tamanho dos agregados micelares dependem do tipo e concentração de moléculas anfifílicas, e uma das formas de determinar essa concentração é através do espalhamento de luz, visto que objetos com dimensões inferiores ao comprimento de onda da luz incidente apresentam a capacidade de dispersar luz. Dessa forma, foi proposto um arranjo experimental para a determinação da CMC do surfactante dodecil sulfato de sódio (SDS) por meio do espalhamento de um feixe de luz laser. É um experimento simples e de fácil implementação nos cursos iniciais de química e física para ilustrar o processo de auto-organização de moléculas tensoativas. Para o experimento foi utilizado o surfactante e água ultrapura, e as medidas foram feitas à temperatura ambiente. Foram feitas 12 amostras de soluções aquosas de SDS, com concentrações de 1mM a 12mM, variando 1mM em cada uma. O arranjo para a medida do espalhamento foi feito com caneta laser azul, placa arduíno e sensor de luminosidade TSL2561. Também foi medida a condutividade elétrica com o condutivímetro DM-32 da DIGIMED o qual é um procedimento usualmente seguido para a determinação da CMC. Com as análises do espalhamento de luz foi observado que em torno de 6mM a intensidade de luz espalhada aumenta devido à formação de micelas, resultado esse que entra em concordância com a análise de condutividade, que deu um valor aproximado de 6,1mM. Conclui-se que arranjos experimentais simples, mas devidamente fundamentos e operados, permitem obter determinações precisas de parâmetros fotoquímicos, como a CMC, assim como visualizar um aspecto importante da interação da luz com a matéria.



XXVI Semana da Física
22/10 a 24/10 de 2025



ABORDAGEM DIDÁTICA PARA A EQUAÇÃO DE DIRAC: CONTEXTO HISTÓRICO, COMPARAÇÕES COM AS EQUAÇÕES DE SCHRÖDINGER E DE KLEIN-GORDON E CONSEQUÊNCIAS ELEMENTARES

TSUTSUI¹, Thiago T.; SILVA², Edilberto O.; CASTRO^{1,3}, Antonio S. M.; ANDRADRE, Fabiano M.^{1,4}

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Programa de Pós-Graduação em Ciências/Física

² Universidade Federal do Maranhão – Departamento de Física

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física

⁴ Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Matemática e Estatística

takajitsutsui@gmail.com

Palavras-Chave: Equação de Dirac; Relatividade Especial; Equação de Klein-Gordon

Este trabalho oferece uma visão educacional sobre a equação de Dirac, examinando seu contexto histórico e contrastando-a com as equações anteriores de Schrödinger e de Klein-Gordon. A comparação destaca a simetria de transformação de Lorentz dessas equações e suas possíveis interpretações probabilísticas. Solucionamos explicitamente a dinâmica de uma partícula livre no modelo de Dirac, revelando o surgimento de soluções com energia negativa. Nesta discussão, examinamos a hipótese do mar de Dirac e exploramos a helicidade inerente às soluções. Além disso, demonstramos como a equação de Dirac contempla o spin e deduzimos a equação de Pauli no limite não relativístico. Por meio da transformação de Foldy-Wouthuysen, mostramos como a equação incorpora a interação spin-órbita e outros efeitos relativísticos, culminando na estrutura fina do hidrogênio. Inclui-se também uma seção sobre notação covariante relativística para enfatizar a invariância da equação de Dirac, juntamente com formulações mais refinadas tanto da equação de Klein-Gordon quanto da equação de Dirac. Destinado a estudantes de graduação com interesse na equação de Dirac, este material oferece uma perspectiva histórica sem ser puramente conceitual. Nossa abordagem destaca a importância de um método pedagógico que combina elementos históricos e comparativos para uma compreensão profunda do papel da equação de Dirac na física moderna.