

FÍSICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

6ª CONFERÊNCIA DE FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

Instituto Superior de Ciências da Educação • Huíla

Lubango, Huíla, Angola • 17 a 19 de Junho de 2026

<UF|P|LP>

UNIÃO DOS FÍSICOS DOS PAÍSES
DE LÍNGUA PORTUGUESA



ISCED
Instituto Superior de Ciências da Educação



FÍSICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

6ª Conferência de Física dos Países de
Língua Portuguesa

ATAS

Organização

Maria da Conceição Abreu

António Manuel Casaca

PROMOTORES



PARCEIROS



PATROCINADORES



ÍNDICE

Apresentação / **6**

Nota de abertura / **8**

Sessão de Abertura / **11**

Comissões / **13**

Programa da Conferência / **15**

Resumos das Palestras Convidadas / **21**

Resumos das Mesas Redondas / **36**

Resumos das Comunicações Orais / **43**

Resumos dos Posters / **95**

Programa da Ação Formação / **115**

Resumos das Ações de Formação / **117**

Informações Gerais e Programa Social / **125**

Lista de Participantes / **127**

Imprensa / **133**

Foto de Grupo

Galeria de Fotos

APRESENTAÇÃO

Como vem sendo habitual, em 2026 realiza-se a 6ª Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa. Esta série de conferências tem vindo a ser realizada em países da Comunidade de Países da Língua Portuguesa. Esta 6ª conferência tem lugar em Lubango, Huíla, Angola nos dias 17 a 19 de junho de 2026, no Instituto Superior de Ciências da Educação de Huíla (ISCED-Huíla).

Num contexto marcado por desafios globais e oportunidades de transformação, a 6.ª Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa reúne investigadores, docentes, estudantes e decisores políticos para debater de que forma a Física pode impulsionar a inovação tecnológica rumo a um futuro sustentável, inclusivo e resiliente.

Dando continuidade às edições anteriores — centradas no desenvolvimento equilibrado, sustentável e inclusivo — esta conferência destaca o papel da Física em áreas emergentes como a inteligência artificial, as energias renováveis, a ciência do clima e as tecnologias inteligentes.

Através do diálogo científico, de iniciativas colaborativas e da partilha de conhecimento, a conferência visa reforçar os laços entre os países lusófonos e promover a Física como motor de progresso equitativo e de cooperação global.

A Comissão Organizadora.

NOTA DE ABERTURA

A 6.^a Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa realiza-se num momento de particular relevância para a ciência, para o ensino e a formação de novas gerações, e em particular pela oportunidade para o reforço da cooperação entre os países da comunidade lusófona. Num contexto global incerto, marcado por desafios como as alterações climáticas, a sustentabilidade energética, a saúde pública e a transformação digital, entre outros, a Física afirma-se como uma disciplina fundamental na compreensão dos fenómenos naturais e no desenvolvimento de soluções sustentáveis para a sociedade e para o planeta.

Depois dos primeiros passos, iniciados em 2010, em Moçambique, com a 1.^a Conferência, continuados ao longo das sucessivas edições realizadas no Brasil, em São Tomé e Príncipe, em Cabo Verde e em Portugal, a 6.^a Conferência, agora organizada em Angola, vem reafirmar o papel da União dos Físicos dos Países de Língua Portuguesa enquanto espaço agregador da comunidade científica lusófona, promovendo redes de colaboração e reforçando os laços entre os países da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa.

Num tempo em que as plataformas digitais tornaram possível reunir investigadores de diferentes partes do mundo com enorme facilidade, as conferências presenciais, ou, em tom mais ligeiro, em 3D, mantêm um valor verdadeiramente insubstituível. É nos encontros informais entre sessões, nas conversas espontâneas durante os intervalos e nas ideias partilhadas fora do programa científico que frequentemente surgem novas perspetivas, colaborações inesperadas e projetos duradouros. O contacto direto entre os participantes continua a desempenhar um papel essencial na partilha de ideias e na construção da ciência, permitindo criar relações de confiança, estimular a criatividade e fortalecer redes de cooperação entre investigadores e instituições.

É neste enquadramento que esta conferência reafirma o compromisso da comunidade científica lusófona com a promoção do conhecimento, da inovação e da colaboração internacional. Para além de constituir um espaço de apresentação de resultados científicos, a 6.^a Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa pretende, mais uma vez, afirmar-se como um fórum de encontro, diálogo e partilha de experiências, capaz de aproximar instituições e de criar novas oportunidades de cooperação no ensino, na investigação e na divulgação científica.

Os mais de 40 trabalhos submetidos refletem a diversidade e a atualidade dos temas em discussão, abrangendo áreas que vão das Tecnologias Quânticas à Física Médica, da Energia à Física da Terra, passando pelo Ensino da Física, pelos materiais avançados e pelos desafios da sustentabilidade. Este conjunto de contribuições evidencia como a Física está na base de todo o desenvolvimento científico e tecnológico, reforçando o seu papel essencial para compreender o Universo e responder aos grandes desafios do nosso tempo.

As mesas redondas dedicadas ao Ensino da Física, à Física e Sustentabilidade e à Física Médica refletem bem os desafios e prioridades atuais da nossa comunidade científica, constituindo um espaço privilegiado para a troca de ideias, a partilha de preocupações e a definição de novas estratégias. A formação das novas gerações, o contributo da Física para um desenvolvimento sustentável e o impacto crescente das suas aplicações na medicina e na saúde constituem áreas fundamentais para o progresso das sociedades no espaço lusófono.

No dia anterior ao início da conferência, realiza-se uma ação de formação para professores do ensino básico e do ensino secundário, centrada em práticas inovadoras e experimentais no ensino de física. Através de atividades com dados reais de física de partículas, experiências remotas e

simulações em Física Moderna, Física da Terra e Física Médica — incluindo aplicações em radioterapia e prototerapia — pretende-se aproximar a ciência atual da sala de aula, recorrendo a atividades concebidas para despertar o interesse dos alunos e reforçar o gosto pela Física.

Temos a certeza que esta conferência vai ser um momento de inspiração científica, de partilha de conhecimento e de fortalecimento das relações entre todos os participantes, contribuindo para uma Física cada vez mais dinâmica, inclusiva e relevante no espaço lusófono.

É com particular apreço que agradecemos ao ISCED, a nossa instituição anfitriã, pela disponibilidade, pelo empenho e simpatia do acolhimento que tornaram possível a realização deste encontro. Gostaríamos igualmente de expressar o nosso reconhecimento a todos os colegas que connosco colaboraram nas comissões organizadora e científica, e cuja dedicação e espírito de cooperação foram fundamentais para a concretização desta conferência. Agradecemos ainda a todas as entidades patrocinadoras e parceiras pelo seu apoio.

Bem-vindos à 6ª Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa.

Maria da Graça Silveira
Presidente da Comissão Científica

Maria da Graça Berganha
Presidente da Comissão Organizadora

SESSÃO DE ABERTURA

Diretor do ISCED

Presidente da UFPLP

Representante do Governador Provincial

Representante da IUPAP – C13 – Physics for Development

COMISSÕES

COMISSÃO CIENTÍFICA

- Presidente: Graça Silveira, ISEL, IDL, Portugal
- Jorge Mayer, DG-ESTSH, AAF, Angola
- Maria da Graça Breganha, INADE, AAF, Angola
- Débora Peres Menezes, UFSC, Brasil
- Rodrigo Barbosa Capaz, LNN, SBF, Brasil
- Rogério Rosenfeld, IFT-UNESP, Brasil
- Sónia Semedo, UCV, Cabo Verde
- Rui Muchaiabande, UL, Moçambique
- Maria da Conceição Abreu, LIP, Portugal
- Helena Vieira Alberto, CF-UC, Portugal
- Pedro Abreu, LIP, IST, SPF, Portugal
- Manuel Penhor, USTP, São Tomé e Príncipe

14

COMISSÃO ORGANIZADORA

- Presidente: Maria da Graça Breganha, INADE, AAF, Angola
- Helder Bahu, ISCED, Angola
- Jorge Maria Gonçalves Mayer, DG-ESTSH, AAF, Angola
- Joaquim Pedro Kessongo, ISCED-Huíla, AAF, Angola
- Armindo Mussungu, Angola
- Anselmo G. Tomás, UAN, AAF, Angola
- Pascoal Napoleão, UAN, AAF, Angola
- Liudmila Vasconcelos, AAF, Angola
- Carla Dias, Cabo Verde
- António Casaca, ISEL, CFTC, Portugal

SECRETARIADO

- Maria José Couceiro, SPF, UFPLP, Portugal

PROGRAMA DA CONFERÊNCIA

Programa Geral			
	4ªfeira 17 de junho	5ªfeira 18 de junho	6ªfeira 19 de junho
08h00 – 09h00	<i>Inscrição dos Participantes</i>	Palestras Convidadas Moderador: S. Semedo	Palestras Convidadas Moderador: O. Cavacundo
09h00 – 10h30	Sessão Abertura <i>FOTO de GRUPO</i>	Comunicações Orais Moderador: S. Semedo	Comunicações Orais Moderador: O. Cavacundo
10h30 – 11h00	<i>Café</i>	<i>Café e Posters</i>	<i>Café e Posters</i>
11h00 – 11h30	Palestra Convidada Moderador: P. Abreu	Palestra Convidada Moderadora: G. Silveira	Comunicações Orais Moderador: C. Alves
11h30 – 13h00	Mesa Redonda	Mesa Redonda	Mesa Redonda
13h00 – 14h30	<i>Almoço</i>	<i>Almoço</i>	<i>Almoço</i>
14h30 – 15h00	Palestra Convidada Moderador: A. Tomás	Palestra Convidada Moderador: P. Abreu	Comunicações Orais Moderador: J. Kessongo
15h00 - 16h00	Comunicações Orais Moderador: A. Tomás	<i>Programa Social</i> <i>Visita aos Miradouros:</i> <i>Serra da Leba</i> <i>Fenda Tundavala</i>	Comunicações Orais Moderador: J. Kessongo
16h00 – 16h30	<i>Café e Posters</i>		<i>Café</i>
16h30 – 17h45	Comunicações Orais Moderador: L. Vasconcelos		Comunicações Orais Moderador: A. Casaca
17h45 – 18h15	Palestra Convidada Moderador: H. Bahu		<i>Sessão de Encerramento</i>
18h15 – 19h30	Posters Moderador: G. Silveira		
19h30 –	<i>Recepção de Boas Vindas</i>	<i>Jantar da Conferência</i>	

4ªfeira, 17 de junho	
08h00 - 09h00	<i>Registo dos participantes</i>
09h00 - 10h30	<i>Sessão de Abertura – Diretor do ISCED, Presidente da UFPLP, Governador Provincial, Representante do Ministério do Ensino Superior</i>
10h30 - 11h00	<i>Café</i>
11h00 - 11h30 online	Palestra convidada: Simulação de Espectroscopia de moléculas em líquidos simples e em ambientes complexos, Sylvio Canuto (BR)
11h30 - 13h00	Mesa Redonda: O Ensino da Física nos Países de Língua Portuguesa: desafios, assimetrias e cooperação científica Moderadores: Anselmo Tomás (AO) e Sónia Semedo (CV) Participantes: Helder Bahu (AO), Vanessa Andrade (BR), Graciella Watanabe (BR online) Carla Dias (CV online), Sampum Nam Sun (GNB online), Horácio Fernandes (PT), Lúcio Carvalho (STP online), Jó António Capece (MZ)
13h00 - 14h30	<i>Almoço</i>
14h30 - 15h00	Palestra Convidada: Programas Curriculares da Física em Angola. Que perspectivas?, M. Graça Breganha (AO)
15h00 - 15h15 online	Experiências pedagógicas em tecnologias quânticas, Yasser Omar (PT)
15h15 - 15h30	A computação como meio para as Práticas de Laboratório de Física – Sistema Solar, Daniel Marth (AO)
15h30 - 15h45 online	Modelo educacional para a alfabetização energética no ensino da Física: concepção, implementação e validade para a redução de desperdício de energia elétrica em Moçambique, Rui Muchaiabande (MZ)
15h45 - 16h00	A medição da constante de Planck h, Tiago Robalo (PT)
16h00 - 16h30	<i>Café e Posters</i>
16h30 - 16h45	Mais escolas de verão de Física para jovens, Sónia Semedo (CV)
16h45 - 17h00	O recurso a tecnologias digitais como estratégia impulsionadora do ensino-aprendizagem eficaz da Física, Gabriel Cavela (AO)
17h00 - 17h15	Implicações epistemológicas e éticas da Inteligência artificial no ensino da física: uma reflexão filosófica no contexto do ISCED-Huambo, Justino Chipalavela (AO)
17h15 - 17h30	Física e Sociedade: A Física em Lisboa no sec. XX – 3 exemplos, Mª Conceição Abreu, (PT)
17h30 - 17h45	The magneto-optical trap @ Quantum Information and Quantum Optics, Pedro Monteiro (PT)
17h45 - 18h15	Palestra Convidada: Conceitos e aplicações da física quântica: da fundamentação teórica às inovações em saúde, computação e segurança de dados, Marcílio Santos (AO)
18h15 - 19h30	Posters
19h30 - 20h30	<i>Recepção de Boas Vindas</i>

5ªfeira, 18 de junho	
08h00 - 08h30 online	Palestra convidada: African Strategy for Fundamental and Applied Physics (ASFAP), Ouissal Moumou (MO)
08h30 - 09h00	Palestra convidada: Fusão Nuclear Controlada, Horácio Fernandes (PT)
09h00 - 09h15	Medição do Campo Elétrico em radiofrequência (400MHz-6GHz) no campus do ISEL, António Casaca (PT)
09h15 - 09h30	Ensino de Física e Desenvolvimento Sustentável: um projeto de pesquisa-ação sobre a conversão de energia fotovoltaica em eletricidade numa escola do ensino médio Namibe, José Tchiananga (AO)
09h30 - 09h45	Unveil plasma wall interactions in fusion reactors with ion beam techniques, Eduardo Alves (PT)
09h45 - 10h00 online	Física das partículas e ciências da Terra, Sofia Andringa (PT)
10h00 - 10h15 online	O que é a energia escura, Rogério Rosenfeld (BR)
10h15 - 10h30	Apresentação do patrocinador EXPT
10h15 - 11h00	<i>Café e Posters</i>
11h00 – 11h30	Palestra convidada: Nuclear Physics, gravitational waves and dark matter as tools to probe neutron stars, Débora Menezes (BR)
11h30 - 13h00	Mesa Redonda: Física e Sustentabilidade Moderador: Mário Moreira (PT) e Eduardo Alves (PT) Participantes: Débora Menezes (BR), Arsénio Mindú (MZ online), Joaquim Kessongo (AO), Jorge Tavares (CV online)
13h00 - 14h30	<i>Almoço</i>
14h30 – 15h00 online	Palestra convidada: Updates on Synchrotron and Crystallography: Human Capacity and Infrastructure building in developing countries, Sekazi Mtingwa (USA)
15h00 – 18h00	<i>Programa Social</i>
19h00 – 21h00	<i>Jantar da Conferência</i>

6ª feira, 19 de junho	
08h00 - 08h30	Palestra convidada: Geociência e Radioatividade natural: desafios radiológicos e inovação na gestão de recursos hídricos de Angola, Edson Baptista (AO)
08h30 - 09h00 online	Palestra convidada: Radiação sincrotrônica na exploração de novos materiais: da ciência fundamental para o desenvolvimento de soluções tecnológicas, Phinifolo Cambalame, (MZ)
09h0 - 09h15	A dependência do “fabric” magnético e da composição química em função da idade de filões da Ilha do Maio, Cabo Verde, implicações para a estrutura vulcânica, Mário Moreira (PT)
09h15 - 09h30	Impacto das alterações climáticas na agricultura em Angola: análise de indicadores agroclimáticos, Carlos Correia (AO)
09h30 - 09h45	Alterações temporais na estrutura crustal da ilha de São Jorge devido a uma intrusão magmática, Graça Silveira (PT)
09h45 - 10h00	Caracterização espacial e temporal do regime da seca na África Austral, Fernando Chivangulula (AO)
10h00 - 10h15	AQUASEIS: monitorização de aquíferos em Portugal a partir da interferometria de ruído sísmico ambiente, Graça Silveira (PT)
10h15 - 10h30	Imagiologia por raios gama espontâneos ortogonais para verificação do alcance de feixe de Hélio, Gegimma José (STP)
10h30 - 11h00	<i>Café e Posters</i>
11h00 - 11h15	Optimização da qualidade de imagem na radiografia digital da mama vs doses na paciente, Almeida Bernardo (AO)
11h15 - 11h30	Actuação dos Físicos Médicos e Físicos Nucleares – caso de Angola, C. Silva (AO)
11h30 – 13h00	Mesa Redonda: O Ensino e Investigação em Física Médica Moderadores: César Cordeiro Alves (AO) Participantes: M ^a Lina Antunes (AO), M ^a Antónia Muangala (AO), Lucílio Matias (MZ online), Gegimma José (STP), Cruz Silva (AO), Pedro Ferreira (PT online)
13h00 - 14h30	<i>Almoço</i>
14h30 - 14h45	O papel da Autoridade Reguladora de Energia Atómica em Angola, Narciso Sambembe (AO)
14h45 - 15h00 online	Exfoliação de nanomembranas de b-Ga₂O₃ induzida por implantação iónica, Duarte Esteves (PT)
15h00- 15h15 online	Spacer-inducedsymmetry breaking in 2D lead bromide perovskites drives polar fields and self-trapped exciton emission, Adelino Handa (AO)
15h15 - 15h30 online	Deteção de luz ultravioleta com filmes finos de Ga₂O₃, Ana S Sousa (PT)
15h30 - 15h45 online	Síntese mecanoquímica de fase Bi₂Te: caracterização microestrutural, estabilidade e transformação térmica em Bi₂TeO₃, Rayner Camps (BR)
15h45 - 16h00 online	Impacto da irradiação iónica nas propriedadesestruturais de semicondutores da Ga e AlGa_N, Belarmino Tavares)
16h00 - 16h30	<i>Café</i>
16h30 - 16h45 Online	Fotodetetores ultravioletas baseados em membranas de β-Ga₂O₃ obtidas por exfoliação induzida por implantação iónica, Miguel Pedro (PT)
16h45 - 17h00	Investigação do efeito tensorrestivo nas películas do monossulfeto de sumário e soluções sólidas dos monossulfetos de samário e európio, Anatoly Vinogradov (AO)

continua

17h00 – 17h15	Métodos espectrais para transporte quântico em materiais de carbono sustentáveis: aplicação a sistemas híbridos de grafeno e nano-diamantes, João Lopes (PT)
17h15 – 17h30	Revestimento de Al₂O₃ dopados com Eu²/Eu³ formados em tungstênio por oxidação eletrolítica por plasma: propriedades fotoluminescentes e aplicações em termometria por luminescência, Pedro Nelson (AO)
17h30 – 18h30	<i>Sessão de Enceramento</i>

PALESTRAS CONVIDADAS

SIMULAÇÃO DE ESPECTROSCOPIA DE MOLÉCULAS EM LÍQUIDOS SIMPLES E EM AMBIENTES COMPLEXOS.

Sylvio Canuto¹, Kaline Coutinho¹

¹ Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Rua do Matão 1371, 05508-090, São Paulo, SP, Brasil

E-mail: canuto@if.usp.br

22

RESUMO

A combinação da mecânica quântica (MQ) com a modelagem molecular clássica (MM) resulta em uma ferramenta poderosa para o estudo de moléculas não isoladas. Este método híbrido e multi-escala permite o estudo de moléculas em ambientes simples e complexos. Geralmente denominado método QM/MM, ele pode ser utilizado para estudar as propriedades, a espectroscopia e a reatividade de moléculas em solução, bem como moléculas em ambientes mais complexos, como fluidos críticos, proteínas e até mesmo nas proximidades de um ponto crítico. Será apresentada uma breve revisão da metodologia desenvolvida em nosso laboratório, o método QM/MM sequencial, utilizando Monte Carlo ou Dinâmica Molecular, e serão apresentadas diversas aplicações em propriedades moleculares e espectroscopia UV-Vis em diferentes ambientes, como líquidos homogêneos simples, fluidos supercríticos e ambientes proteicos.

ABSTRACT

Combining quantum mechanics (QM) with classical molecular modeling (MM) leads to a powerful tool for studies of non-isolated molecules. This hybrid and multiscale method allows studying molecules in simple and complex environments. This is generally called QM/MM method and it may be used to study the properties, spectroscopy and reactivity of molecules in solution, as well as molecules in more complex environments such as critical fluids, proteins and even the vicinities of a critical point. A simple review of the methodology developed in our laboratory, the sequential QM/MM, using either Monte Carlo or Molecular Dynamics will be presented and a variety of applications of molecular properties and UV-Vis spectroscopy will be shown in different environments, such as simple homogeneous liquids, supercritical fluids and protein environment.

This work has been partially supported by CNPq, CAPES and FAPESP.

CONCEITOS E APLICAÇÕES DA FÍSICA QUÂNTICA: DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ÀS INOVAÇÕES EM SAÚDE, COMPUTAÇÃO E SEGURANÇA DE DADOS

M. dos Santos^{1,2,3}

¹ Departamento de Engenharia, ISPTEC, Angola

³ Departamento de Física, Universidade de Aberdeen, UK

² Investigador, SCITKE LLC, USA

E-mail de contacto: marcilio.santos@isptec.co.ao , marcilio.santos@scitke.com

23

RESUMO

A Física Quântica representa uma das mais profundas revoluções científicas da história moderna, fornecendo a base teórica para a compreensão do comportamento da matéria e da energia em escalas microscópicas. Atualmente, os avanços em tecnologias quânticas estão a transformar diversas áreas estratégicas, particularmente a medicina, a computação, a inteligência artificial e a segurança da informação. Esta apresentação abordará os principais conceitos fundamentais da Física Quântica incluindo: superposição, estados quânticos, spin, tunelamento e emaranhamento; e discutirá como estes princípios estão a ser convertidos em aplicações tecnológicas de elevado impacto socioeconómico. No domínio médico, serão apresentados os avanços da imagiologia médica quântica, destacando o desenvolvimento de técnicas de ressonância magnética hiperpolarizada, capazes de aumentar significativamente a sensibilidade diagnóstica e permitir a observação metabólica de células cancerígenas em tempo real sem recurso a radiação ionizante. Serão igualmente explorados sensores biomédicos quânticos baseados em centros NV (Nitrogen Vacancy) em diamantes sintéticos, utilizados na deteção precoce de doenças neurológicas através da medição ultra-sensível de campos magnéticos microscópicos. A apresentação discutirá ainda o uso de quantum dots como marcadores fluorescentes para identificação precisa de tecidos tumorais. Na área farmacêutica e biotecnológica, serão discutidas as vantagens da computação quântica na simulação molecular, modelação de proteínas e aceleração do processo de descoberta de medicamentos, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento de terapias antivirais e tratamentos oncológicos personalizados. Serão também apresentados os avanços da medicina de precisão, onde algoritmos híbridos quântico-clássicos e técnicas de machine learning quântico começam a ser aplicados na análise genómica e na previsão de respostas terapêuticas individualizadas. Por fim, será abordado o papel da criptografia quântica na proteção de dados clínicos e na construção de sistemas de comunicação altamente seguros para instituições hospitalares e centros de investigação biomédica. A conferência pretende demonstrar como os conceitos fundamentais da Física Quântica estão a transcender o domínio puramente teórico, tornando-se ferramentas centrais para a próxima geração de tecnologias médicas, computacionais e industriais, abrindo novas perspectivas para a ciência, a inovação e o desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Quantum Physics represents one of the most profound scientific revolutions in modern history, providing the theoretical foundation for understanding the behavior of matter and energy at microscopic scales. Today, advances in quantum technologies are transforming several strategic sectors, particularly medicine, computing, artificial intelligence, and information security. This presentation will address the fundamental concepts of Quantum Physics including: superposition, quantum states, spin, tunneling, and entanglement; and discuss how these principles are being

translated into high-impact technological applications. In the medical field, the presentation will highlight advances in quantum medical imaging, emphasizing the development of hyperpolarized magnetic resonance imaging techniques capable of dramatically increasing diagnostic sensitivity and enabling real-time observation of cancer cell metabolism without the use of ionizing radiation. Quantum biomedical sensors based on nitrogen-vacancy (NV) centers in synthetic diamonds will also be explored, demonstrating their application in the early detection of neurological diseases through the ultra-sensitive measurement of microscopic magnetic fields. Furthermore, the presentation will discuss the use of quantum dots as fluorescent markers for the precise identification and mapping of cancerous tissues. In the pharmaceutical and biotechnology sectors, the advantages of quantum computing for molecular simulation, protein modeling, and accelerated drug discovery will be examined, showing how these technologies can reduce both the cost and time required for the development of antiviral therapies and personalized cancer treatments. The presentation will also address recent developments in precision medicine, where hybrid quantum-classical algorithms and quantum machine learning techniques are being applied to genomic analysis and the prediction of individualized therapeutic responses. Finally, the role of quantum cryptography in protecting clinical data and establishing highly secure communication systems for hospitals and biomedical research institutions will be discussed. This conference aims to demonstrate how the fundamental concepts of Quantum Physics are moving beyond the purely theoretical domain and becoming central tools for the next generation of medical, computational, and industrial technologies, opening new perspectives for science, innovation, and sustainable development.

[1] M.Santos, *Noções de Mecânica Quântica Uma Introdução Detalhada*, Seminário, ISPTEC, Maio, (2025), DOI:10.13140/RG.2.2.21469.93921

[2] M. Santos, *Bridging The Gap Between Common Sense And The Quantum Realm - A Brief Introduction of The Application of Quantum Physics To Everyday Life*, INSTA International Workshop: Water for Farming with Focus on SDG 2 – Zero Hunger, ISPTEC. (2024), DOI: 10.13140/RG.2.2.23461.06888, https://www.youtube.com/results?search_query=+INSTA%3A+Water+for+Farming+with+Focus+on+SDG+2+%E2%80%93+Zero+Hunger%2C+ISPTEC

[3] M.Santos, T. Oniga, A. Mcleman, C. Wang, *Toward quantum gravity measurement by cold atoms*, Journal of Plasma Physics, Cambridge University, Volume 79 (4), UK, (2013), DOI: 10.1017/S0022377813000202

[4] M.Santos, (2014), *Quantum Precision Sensing*, Thesis, The School of Natural and Computing Sciences, University of Aberdeen, UK. DOI: 10.13140/RG.2.2.35734.32324

THE AFRICAN STRATEGY FOR FUNDAMENTAL AND APPLIED PHYSICS (ASFAP)

On behalf of the ASFAP Collaboration

Steering Committee: K. A. Assamagan¹, S. H. Connell², F. Fassi³, S. I. Khalil⁴, F. Malek⁵

Observers: P. Jenni⁶, O. Ka⁷

Working Group Conveners: O. Abah⁸, B. Asabere⁹, S. Avery¹⁰, D. Boye¹, S. Chigome¹¹, N. Chetty¹², M. C. Cyulinyana¹³, L. B. Drissi³, S. G. Nana Engo¹⁴, B. T. Fankam¹⁵, U. Goerlach¹⁶, P. Guèye¹⁷, S. Haddad¹⁸, S. Hassani¹⁹, B. von der Heyden²⁰, I. C. Joy²¹, D. Kar¹², G. Kamel²², S. Kenmoe²³, T. P. J. Krüger²⁴, M. Laassiri¹, L. Leeuw²⁵, O. D. Makinde²⁰, J. Mimouni²⁶, P. Muheki²⁷, B. Mulilo²⁸, R. J. Musembi²⁹, C. Mwewa^{1,102}, A. B. Ndeye⁷, U. M. C. Nibamureke³⁰, M. Pović³¹, G. Rahal³², U. Raich³³, S. Ramaila², S. Samsam³⁴, R. Sebihi³, L. Serafini³⁴, B. T. Sewell³⁵, N. Stodart³⁶, A. Traoré⁷, I. Usman¹²

Other Contributors: R. Adam³⁷, I. Adraoui³⁸, D. Alesini¹⁰², O. I. Anthony³⁹, J. Attih²⁴, S. B. L. Amar⁷, Y. Amhis⁴⁰, F. Andrianala⁴¹, M. Backes⁴², P. Baki⁴³, A. Benhida⁴⁴, Z. Benkhaldoun⁴⁴, M. Boettcher⁴², Z. Buthelezi³⁶, K. Cecire⁴⁵, M. Chabab⁴⁴, J. Chibueze⁴⁶, A. Duniya²¹, F. Fanomezana⁴¹, K. Govender⁴⁸, W. A. Horowitz³⁵, S. Inkoom^{50,73}, S. Jonah⁴⁹, F. Hasford^{50,73}, F. M. Hunde⁵¹, B. Johnston⁵², M. Hoare⁵³, D. Kirrane⁵⁴, M. Mafu⁵⁵, P. Marziani⁵⁶, D. Mazengo⁵⁷, F. Mazhandu⁵⁸, G. Miley⁵⁹, T. Motshegwa⁶⁰, Y. Moulane²⁷, O. Moumou⁶¹, K. Muller-Nedebock²⁰, A. Muronga⁶², B. Musiimenta⁶³, R. Ndongmo¹⁴, T. Nemaungani⁶⁴, A. Njeri⁸, L. Norris⁶⁵, E. O. Obara⁶⁶, B. J. Odetayo⁶⁷, B. Okere⁶⁸, P. Okouma⁶⁹, S. Randriamampandry⁴¹, L. Rakotondravohitra⁷⁰, M. T. Rouabah⁷¹, H. Severini⁷², D. Singh⁴², H. Sithole⁵², M. Telmini¹⁸, C. Trauernicht^{20,73}, A. Younes⁷⁴, D. Zewdie^{59,75}, G. L. Zimba¹⁷

Advisory Committee: R. Adam⁷⁶, A. Dabholkar⁷⁷, O. Fassi-Fehri⁷⁸, J. S. Gates⁷⁹, L. Elouadrhiri⁸⁰, M. Hassan⁸¹, S. Hassegawa⁸², R. Heuer⁸³, N. Hounkonnou⁸⁴, A. Kasry⁸⁵, Y.-K. Kim⁸⁶, M. Knobel⁸⁷, T. Kokalova Wheldon⁸⁸, M. Maaza³⁶, R. Malu⁸⁹, S. Miyashita⁸², N. Mokhtar⁸⁸, F. Quevedo⁹⁰, P. Rudolf⁹¹, S. Scandolo⁷⁷, W. Soboyejo⁹², M. Spiro⁹³, S. Tajima⁹⁴, E. Tsesmelis⁹⁵, Z. Vilakazi¹², A. Wagué⁶⁵, Y. Wang⁹⁶

Reviewers: A. Hassanali⁷⁶, G. Babayev⁹⁷, J. Romero⁹⁸, R. Kaiser⁷⁶, M. Marsili⁷⁶, S. M. Mahajan⁹⁹, J. Niemela⁷⁶, N. N. Elewa¹⁰⁰, M. D. NKOUA NGAVOUKA¹⁰¹, M. Terra Cunha⁷⁶, Experts from DESY¹⁰²

1 Brookhaven National Laboratory, USA; 2 University of Johannesburg, South Africa; 3 Mohammed V University, Morocco; 4 Zewail City of Science and Technology, Egypt; 5 LPSC CNRS, France; 6 University of Freiburg, Germany and CERN, Switzerland; 7 Cheikh Anta Diop University, Senegal; 8 Newcastle University, United Kingdom; 9 Ghana Space Science and Technology Institute, Accra, Ghana and ASTRON, Dwingeloo, The Netherlands; 10 Penn Medicine, UPenn, USA; 11 Botswana Institute for Technology Research and Innovation, Gaborone, Botswana; 12 University of the Witwatersrand, South Africa; 13 Rwanda National Council for Science and Technology (NCST), University of Rwanda and Rwandan Association for Women in Science and Engineering, Rwanda; 14 University of Yaoundé I, Cameroon; 15 Alioune Diop University, Senegal; 16 Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC-CNRS), Strasbourg, France; 17 Michigan State

University, USA; 18 Université Tunis El Manar, Tunisia; 19 IRFU CEA-Centre de Saclay, France; 20 Stellenbosch University, South Africa; 21 National Space Research and Development Agency, Nigeria; 22 SESAME Light Source, Jordan and Helwan University, Egypt; 23 University of Duisburg-Essen, Germany; 24 University of Pretoria, South Africa; 25 University of the Western Cape, South Africa; 26 University of Constantine 1 and CERIST, Algeria; 27 Mbarara University of Science and Technology, Uganda; 28 University of Zambia; 29 University of Nairobi, Kenya; 30 University of Venda, South Africa; 31 Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), Spain, Space Science and Geospatial Institute, Entoto Observatory and Research Center, Ethiopia, and Mbarara University of Science and Technology, Uganda; 32 CC-IN2P3, CNRS (retired), France; 33 CERN (retired), Switzerland; 34 INFN-Milan, Italy; 35 University of Cape Town, South Africa; 36 iThemba LABS, South Africa; 37 SARAO, South Africa; 38 Ibn Zohr University, Morocco; 39 CBSS, NASRDA, University of Nigeria, Nigeria; 40 IJCLab, Orsay, France; 41 University of Antananarivo, Madagascar; 42 University of Namibia; 43 Technical University of Kenya, Kenya; 44 Cadi Ayyad University, Morocco; 45 University of Notre Dame, USA; 46 UNISA, South Africa; 48 OAD-IAU, South Africa; 49 Ahmadu Bello University, Nigeria; 50 Ghana Atomic Energy Commission, Ghana; 51 Center for Theoretical Physics, Polish Academy of Sciences, Poland; 52 CSIR and NICIS, South Africa; 53 University of Leeds, UK; 54 AERAP and ISC Intelligence in Science, Belgium; 55 Case Western Reserve University, USA; 56 INAF, Padova Astronomical Observatory, Italy; 57 University of Dodoma, Tanzania; 58 Africa Quantum Consortium, South Africa; 59 Leiden University, The Netherlands; 60 National Research Foundation, South Africa; 61 Quantinuum, England; 62 Nelson Mandela University, South Africa; 63 INAF – Osservatorio Astronomico di Roma, Italy; 64 DSI, South Africa; 65 African Physical Society; 66 Donghua University, Shanghai, P. R. China; 67 University of Benin, Nigeria, and CERN, Switzerland; 68 NASRDA, Nigeria; 69 Rhodes University, South Africa; 70 Duke University Medical Center, USA; 71 Frères Mentouri Constantine 1 University, Algeria; 72 University of Oklahoma, USA; 73 Federation of African Medical Physics Organizations (FAMPO); 74 Alexandria University, Egypt; 75 Debre Berhan University, Ethiopia; 76 ICTP; 77 ICTP; 78 Hassan II Academy of Science and Technology, Morocco; 79 Brown University, USA; 80 Jefferson Lab, USA; 81 Sudanese National Academy of Science; 82 University of Tokyo, Japan; 83 SESAME; 84 University of Abomey-Calavi, Benin; 85 UNESCO; 86 University of Chicago, USA; 87 ICTP-TWAS; 88 IAEA; 89 Ministry of Education, DRC; 90 NYUAD; 91 University of Groningen, Netherlands; 92 SUNY Polytechnic Institute, USA; 93 IUPAP; 94 Osaka University, Japan; 95 CERN; 96 IHEP, China; 97 Institute of Geology and Geophysics, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan; 98 The University of Queensland, Australia; 99 University of Texas at Austin, USA; 100 Ain Shams University, Egypt; 101 Centre d'Excellence d'Oyo pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, République du Congo; 102 Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Germany.

Contact e-mail: ouissalmoumou2@gmail.com

ABSTRACT

The African Strategy for Fundamental and Applied Physics (ASFAP) presents the first comprehensive, community-driven roadmap for physics research and education across the African continent. Developed over several years through a voluntary, bottom-up, grass-roots process led by African physicists and members of the African scientific diaspora, ASFAP synthesises contributions from sixteen physics working groups and six engagement groups into a coherent strategic vision. The strategy was mandated by the African Physical Society (AfPS) and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), and supported by over thirty institutions including the African Union, ICTP, CERN, IAEA, IUPAP, NRF, and major national physics societies.

Africa's young population — over 70% under thirty — and rich natural resources position the continent for transformative scientific development, yet sustained progress requires investment in education, research infrastructure, and human-capital retention. Recognising physics as a foundational discipline for engineering and the broader sciences, ASFAP charts strategic directions

across societal engagement (community engagement, physics education, women in physics, early-career physicists, grass-roots physics societies), cross-cutting fields (energy, instrumentation and detectors, accelerators, computing, quantum computing, earth science), light sources and applications (compact light sources, condensed matter and materials, atomic and molecular physics, biophysics), particles and related applications (high-energy, nuclear, medical, fluid and plasma physics, astronomy), and physics techniques in agriculture, air-quality, and waste-management sciences.

The process featured Letters of Interest, surveys, workshops, conferences, and broad community consultations carried out by working-group conveners, supported by a Steering Committee, an International Advisory Committee, observers, and an ethics committee. Strong emphasis was placed on diversity, inclusivity, transparency, and democratic participation. The final report was presented at a dedicated international symposium at CERN on 17–21 November 2025, after which community feedback was integrated into the final document submitted to the mandating bodies.

ASFAP issues eight sets of recommendations directed at future strategy efforts, governments and policy-makers, educational and research institutes, professional physics associations, and African countries acting in concert. Headline recommendations include: implementing UNESCO open-science guidance and embedding open science in national STI and ICT policy; building cross-border energy and computing infrastructure; establishing minimum standards for school physics laboratories; reforming curricula to emphasise active, problem-based, and laboratory learning; promoting gender equity through mentorship and structural reform; retaining qualified African scholars through tenured positions and intra-African mobility; supporting compact light sources as a testbed for accelerator and beam-physics development; and strengthening medical-physics capacity through standardisation and quality assurance. The report culminates in the call for African governments to raise R&D investment to 1% of GDP, allocated towards tenured university positions, research grants, infrastructure, technical-staff posts at major laboratories, and intra-African scientific mobility.

ASFAP offers a foundational reference for African policy-makers, funding agencies, educational and research institutions, and the international physics community, and is expected to be revisited and updated on a seven-to-ten-year cycle.

References

- [1] African Union, Science, Technology and Innovation Strategy for Africa 2024 (STISA-2024), African Union Commission, Addis Ababa (2014).
- [2] CERN Council, 2020 Update of the European Strategy for Particle Physics, CERN-ESU-013, CERN, Geneva (2020).
- [3] Snowmass 2021 Collaboration, Snowmass 2021 Summary Report, arXiv:2301.06581 (2023).
- [4] Latin American Strategy Forum for Research Infrastructure, Latin American Strategy Forum for Research Infrastructure: Final Report, ANID, Santiago (2021).

FUSÃO NUCLEAR CONTROLADA

Horácio Fernandes¹

¹ Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

E-mail de contacto: hf@ipfn.tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

A fusão nuclear controlada é hoje uma solução tecnicamente alcançável e amplamente reconhecida como uma das soluções mais promissoras para a produção de energia limpa, segura e sustentável a longo prazo. Ao contrário da fissão nuclear, atualmente utilizada em centrais nucleares comerciais, a fusão nuclear baseia-se na combinação de núcleos atômicos leves, tipicamente isótopos de hidrogénio como o deutério e o trítio, originando núcleos mais pesados e libertando grandes quantidades de energia dada a perda de massa dos produtos da reação, de acordo com o princípio da equivalência massa-energia. Apesar das reações em vista na terra serem ligeiramente diferentes das estelares baseadas em prótio como no nosso Sol, este processo é equivalente. A fusão nuclear apresenta vantagens significativas sobre a generalidade das restantes fontes de energia na terra, nomeadamente a ausência de emissões diretas de dióxido de carbono, a produção limitada de resíduos radioativos de longa duração e um risco intrinsecamente reduzido de acidentes catastróficos.

Esta comunicação apresenta uma visão geral dos princípios físicos fundamentais da fusão nuclear, abordando as condições necessárias para a sua ocorrência, como temperaturas extremamente elevadas, elevada densidade do plasma e tempos de confinamento suficientes para satisfazer o critério de Lawson. São discutidas as principais abordagens tecnológicas atualmente em desenvolvimento, com destaque para o confinamento magnético, particularizando para o ITER, o maior tokamak atualmente em construção e exemplo de uma profícua colaboração internacional. Será dado foco nos principais desafios científicos e de engenharia que ainda limitam a viabilidade comercial da fusão, incluindo o controlo de instabilidades do plasma, o desenvolvimento de materiais capazes de resistir a fluxos intensos de neutrões e a produção de trítio no próprio reator. Discute-se finalmente o papel potencial da fusão nuclear no futuro *mix energético* global, sublinhando a sua importância estratégica na transição para sistemas energéticos de baixo carbono.

ABSTRACT

Controlled nuclear fusion is today a technically achievable solution and widely recognized as one of the most promising solutions for the long-term production of clean, safe, and sustainable energy. Unlike nuclear fission, currently used in commercial nuclear power plants, nuclear fusion is based on the combination of light atomic nuclei, typically hydrogen isotopes such as deuterium and tritium, producing heavier nuclei and releasing large amounts of energy due to the mass loss of the reaction products, according to the mass-energy equivalence principle. Although the reactions on Earth are slightly different from the stellar ones based on protium as in our Sun, this process is equivalent. Nuclear fusion presents significant advantages over most other energy sources on Earth, namely the absence of direct carbon dioxide emissions, limited production of long-lived radioactive waste, and a risk intrinsically reduced of catastrophic accidents. This communication presents an overview of the fundamental physical principles of nuclear fusion, addressing the conditions required for its occurrence, such as extremely high temperatures, high plasma density, and sufficient

confinement times to satisfy the Lawson criterion. The main technological approaches currently under development are discussed, with emphasis on confinement, particularly for ITER, the largest tokamak currently under construction and an example of a fruitful international collaboration. Focus will be given to the main scientific and engineering challenges that still limit the commercial viability of fusion, including the control of plasma instabilities, the development of materials capable of withstanding intense neutron fluxes, and the production of tritium within the reactor itself. Finally, the potential role of nuclear fusion in the future global energy mix is discussed, highlighting its strategic importance in the transition to low-carbon energy systems.

FÍSICA NUCLEAR, ONDAS GRAVITACIONAIS E MATÉRIA ESCURA COMO FERRAMENTAS PARA ESTUDAR ESTRELAS DE NÊUTRONS

Débora P. Menezes¹

¹ Departamento de Física, CFM - Universidade Federal de Santa Catarina; C.P. 476, CEP 88.040-900, Florianópolis, SC, Brazil

E-mail de contacto: debora.p.m.26@gmail.com

30

RESUMO

Acredita-se que existam três possíveis remanescentes estelares, dependendo das massas das estrelas no final da sua vida evolutiva, quando a fusão deixa de ocorrer por falta de combustível: buracos negros, estrelas de nêutrons (NS) e anãs brancas. Vou dedicar a palestra às estrelas de nêutrons. Nós não sabemos os seus constituintes, mas elas certamente não são compostas apenas por nêutrons. Supondo que todos os principais constituintes sejam hádrons, não apenas nucleons são esperados, isto é, não há razão para desconsiderarmos os híperons. Outra possibilidade é que as NS sejam objetos híbridos: a parte mais externa seja hadrônica, mas o caroço central contenha quarks desconfiados. A terceira hipótese é que as NS sejam estrelas puramente compostas por quarks.

A primeira estrela de nêutrons foi observada em 1967 com uma massa da ordem de 1,5 massa solar. Desde 2017, quando a primeira onda gravitacional resultante da fusão de duas estrelas de nêutrons foi detectada, novos vínculos na equação de estado usada para descrever estrelas de nêutrons foram obtidos. Além disso, os primeiros dados enviados pelo telescópio NICER ficaram disponíveis em 2021, contribuindo para o entendimento do cenário, depois que uma NS muito massiva (da ordem de duas massas solares) e raio de aproximadamente 12 km foi confirmada. Mais recentemente, outros objetos exóticos, com massas baixas e raios pequenos também foram detectados, nomeadamente, HESS J1731-347 e XTE J1814-338.

Com o advento dessas detecções, as três conjecturas mencionadas acima têm sido exploradas e a possibilidade de que matéria escura, tanto interagindo fracamente com a matéria hadrônica ou apenas gravitacionalmente têm sido exploradas. Descreverei todos esses cenários e mostrarei como os vínculos observacionais podem (ou não) ser satisfeitos. Para isso, mostrarei qual o efeito da matéria escura levando em conta os diferentes tipos de interação e quais os modos de se obter propriedades macroscópicas a partir do uso de prescrições que consideram apenas um fluido (interação fraca) ou dois fluidos distintos (interação apenas gravitacional).

ABSTRACT

As far as we know, there are three possible stellar remnants, depending on the masses of the star: black holes, white dwarfs and neutron stars (NS), the latter being the object of my talk. We do not know their real constituents, but they are certainly not composed of neutrons only. Assuming all constituents are hadronic, not only nucleons, but also hyperons are possibly present in the NS core.

Another possibility is that neutron stars are hybrid objects with a hadronic outer core and a central quark core, an idea proposed in the 60s by Ivanenko and Kurdgelaidze. A third hypothesis is that NS can be purely quarks stars, as hypothesized by Bodmer and Witten.

A neutron star was first detected as a pulsar in 1967, and since 2017, when the first gravitational wave resulting from an NS merger was detected, new constraints on the nuclear equations of state used to describe NS have been obtained. Also, the first data from the NICER telescope was available in 2021 with more contributions to clarify the scenario after a very massive NS was confirmed. More recently, other exotic objects have been detected, with low masses and radii, namely, HESS J1731-347 and XTE J1814-338.

With the advent of these detections, the three conjectures mentioned above have been explored and the possibilities that dark matter is either weakly or only gravitationally interacting with NS have been considered. I will describe all these scenarios and show what observational constraints can be satisfied.

UPDATES ON SYNCHROTRON AND CRYSTALLOGRAPHY: HUMAN CAPACITY AND INFRASTRUCTURE BUILDING IN DEVELOPING COUNTRIES

S. Mtingwa^{1,2,3,4,5}

¹ Lightsources for Africa, the Americas, Asia, Middle East and Pacific
(*LAAAMP*)

² IUPAP C13 Commission

³ African Light Source Foundation

⁴ US Nuclear Regulatory Commission

⁵ TriSEED Consultants, LLC

sekazi.mtingwa@gmail.com

ABSTRACT

A number of initiatives are in progress for creating and enhancing research and training via the utilization of synchrotron light sources and crystallography in a variety of studies, such as in biophysics to develop bone implant devices for joint replacements, and studies of perovskite materials for solar cells. For synchrotrons, there are the African Light Source, Greater Caribbean Light Source, and Central Asian Synchrotron Light Source initiatives. For crystallography research and training hubs, there are X-TechLab in Benin (currently operating), crXstal in Jamaica (currently operating), and others planned for Kenya, Rwanda, and Uzbekistan. In this presentation, we will give the latest updates on those initiatives and give projections about future activities.

GEOCIÊNCIAS E RADIOATIVIDADE NATURAL: EXPOSIÇÃO AO GÁS RADÃO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SUDOESTE DE ANGOLA

Edson Baptista¹, Alcides J.S.C. Pereira^{1,2}, Filipa P. Domingos^{1,2,4}, Sérgio L.R. Seco^{1,3,4}, Gustavo P.S. Luís^{1,2}

¹ Universidade de Coimbra, LRN – Laboratório de Radioatividade Natural, Departamento de Ciências da Terra, Coimbra, Portugal

² Universidade de Coimbra, CITEUC – Centro de Investigação da Terra e do Espaço, Departamento de Ciências da Terra, Coimbra, Portugal

³ Universidade de Coimbra, IDL – Instituto Dom Luiz, Departamento de Ciências da Terra, Coimbra, Portugal

⁴ IATV – Instituto do Ambiente, Tecnologia e Vida, Coimbra, Portugal

E-mail de contacto: edibap2003@hotmail.com

33

RESUMO

No sudoeste de Angola, a dependência de águas subterrâneas para consumo doméstico é elevada, frequentemente em detrimento dos sistemas públicos de distribuição. Este estudo investiga o impacto de fatores geológicos, antropogénicos e climáticos na qualidade da água na região do Lubango, através da análise de 276 amostras colhidas em sistemas de distribuição e poços/furos com profundidades até 100 metros. As concentrações de radão (RC) foram determinadas por cintilação líquida (ISO 13164-4:2015).

A geologia revelou-se o principal fator de variabilidade, com valores medianos superiores a 100 Bq/L em unidades granitoides, contrastando com valores significativamente inferiores (5 a 38 Bq/L) em unidades máficas e sedimentares. Observou-se que a RC é, em média, superior em poços escavados face aos sistemas públicos, resultando numa dose efetiva anual por ingestão dez vezes menor nestes últimos, o que os torna preferíveis do ponto de vista da saúde pública.

O estudo destaca ainda a influência das alterações climáticas: a severa seca plurianual que afetou o sul de Angola provocou o rebaixamento do nível freático e a redução da produtividade em poços superficiais. Como resposta, a extração de água tem ocorrido a profundidades crescentes. Os resultados demonstram um aumento da RC mediana de 66 Bq/L (em furos <30 m) para valores acima de 100 Bq/L em captações mais profundas dentro da mesma unidade geológica. Consequentemente, a exposição do público à radiação por ingestão de radão aumentou devido à necessidade de procurar recursos hídricos mais profundos, um efeito indireto das alterações climáticas. Recomenda-se a monitorização contínua de radionuclídeos para garantir a segurança radiológica das populações.

ABSTRACT

In southern African countries most of the population uses groundwater collected in dug wells for domestic consumption instead of water from public distribution systems. To investigate the impact

of natural and human factors on urban groundwater quality, 276 samples were collected in the Lubango region (Angola) in water distribution systems and dug wells ranging from a few meters to almost one hundred meters in depth. Radon concentrations (RC) were determined by liquid scintillation counting according to ISO 13164-4:2015.

Geology is the main source of the variability of RC, with median values higher than 100 Bq/L in granitoid units and lower values in mafic and sedimentary units (ranging from 5 to 38 Bq/L). On average, RC was higher in dug wells compared to public water distribution systems. The annual effective dose due to ingestion of radon in water is, on average, ten times lower in the later compared to dug wells. Therefore, from a public exposure perspective, water distribution systems are preferred as means for water distribution. A severe multi-year meteorological drought over the past decade affecting 76–94 % of the population in southern Angola has been linked with climate change. Consequently, a regional lowering of the water table was observed, as well as a reduction in the productivity of shallower wells, leading to a search for water at greater depths. This work demonstrates an increase in median RC from 66 Bq/L in wells shallower than 30 m to values over 100 Bq/L with increasing depth of water extraction and for the same geological unit. The highest RC observed were also observed at the deepest wells. The dose ingested is proportional to RC, being also higher at deeper water extraction depths. The increase in public radiation exposure from radon ingestion due to water extraction at greater depths is attributed to the underlying issue of climate change. Monitoring water quality in terms of radionuclide concentration is advised to ensure the exposure to ionizing radiation remains at acceptable levels in the future.

RADIAÇÃO SINCROTRÓNICA NA EXPLORAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS: DA CIÊNCIA FUNDAMENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

Phinifolo L. S. Cambalame ^{1,2}

¹ Centro de Física da Universidade de Coimbra, Coimbra - Portugal;

² Departamento de Física - Universidade Eduardo Mondlane, Maputo - Moçambique;

E-mail de contacto: phinifolo@fis.uc.pt

35

RESUMO

Nesta comunicação, apresentam-se os resultados de uma investigação de doutoramento realizada no Centro Nacional de Radiação Sincrotrão ‘Solaris’ (Polónia), centrada no estudo de materiais magnéticos intermetálicos à base de ferro com germânio e arsénio. A caracterização destes sistemas foi realizada com técnicas experimentais disponíveis em fontes de radiação sincrotrónica, nomeadamente espectroscopia de absorção de raios-X (XAS) e espectroscopia de fotoemissão com resolução angular (ARPES). Técnicas como ARPES e XAS, associadas, respectivamente, ao estudo da estrutura de bandas eletrónicas e à análise das bordas de absorção K e L (abrangendo metais alcalinos e de transição), têm vindo a ganhar relevância em diversas áreas aplicadas [1, 2]. Entre estas destacam-se o desenvolvimento de materiais para armazenamento de hidrogénio, baterias, e revestimentos funcionais, com impacto direto na transição energética, na sustentabilidade de sistemas *off-grid* e na eficiência de dispositivos fotovoltaicos [3]. Numa segunda parte, abordarei o potencial impacto da instalação e operação de uma infraestrutura de sincrotrão na África Austral na dinamização da ciência e tecnologia, destacando as sinergias entre instituições de investigação, indústria e outros serviços.

REFERÊNCIAS

- [1] Obando-Guevara, Jairo, et al. "Hydrogen absorption boosting in mildly annealed bulk MoS₂." *Journal of Materials Chemistry A* 12.36 (2024): 24694-24701.
- [2] Lin, Feng, et al. "Synchrotron X-ray analytical techniques for studying materials electrochemistry in rechargeable batteries." *Chemical reviews* 117.21 (2017): 13123-13186.
- [3] Nicklin, Chris, Rebekka Stredwick, and Trevor Sewell. "Synchrotron techniques for African research and technology: A step-change in structural biology and energy materials." (2022): 14-19

MESAS

REDONDAS

O ENSINO DA FÍSICA NOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA: DESAFIOS, ASSIMETRIAS E COOPERAÇÃO CIENTÍFICA

Moderadores: Anselmo Tomás¹ e Sónia Semedo²

¹ Universidade Agostinho Neto

² Universidade de Cabo verde

E-mail de contacto: sonia.semedo@docente.unicv.edu.cv

37

RESUMO

A mesa-redonda “O Ensino da Física nos Países de Língua Portuguesa” insere-se no âmbito da 6ª Conferência de Física dos Países de Língua Portuguesa e pretende promover uma reflexão crítica sobre os desafios estruturais e as oportunidades associadas ao ensino e à formação em Física no espaço lusófono. Apesar dos avanços registados nas últimas décadas, persistem importantes assimetrias entre os países de língua portuguesa no que se refere à oferta formativa, ao acesso à formação pós-graduada, às infraestruturas laboratoriais e às condições para o desenvolvimento da investigação científica em Física. Em muitos contextos, a limitada disponibilidade de programas avançados de formação, associada à necessidade de mobilidade internacional e à dependência de financiamento externo, continua a constituir um desafio para a consolidação de comunidades científicas sustentáveis. A discussão abordará temas como a formação de docentes e investigadores, a internacionalização do ensino superior, a mobilidade académica e científica, o ensino experimental da Física e a integração de novas tecnologias e metodologias pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem. Pretende-se igualmente refletir sobre o papel das associações científicas de Física, universidades, centros de investigação e entidades governamentais na criação de redes de cooperação mais inclusivas e duradouras no espaço lusófono. A mesa-redonda procurará ainda identificar estratégias conjuntas para o fortalecimento do ensino da Física, incluindo o desenvolvimento de programas colaborativos de pós-graduação, a partilha de recursos laboratoriais e didáticos e a promoção de iniciativas de investigação interinstitucionais. Neste contexto, pretende-se reforçar a valorização da Física enquanto área estratégica para o desenvolvimento científico, tecnológico e socioeconómico dos países de língua portuguesa.

ABSTRACT

The roundtable “Physics Education in Portuguese-Speaking Countries” is part of the and aims to promote a critical reflection on the structural challenges and opportunities associated with Physics education and training within the Portuguese-speaking community. Despite the progress achieved over recent decades, significant asymmetries still persist among Portuguese-speaking countries regarding academic programmes, access to postgraduate education, laboratory infrastructure, and the conditions required for the development of scientific research in Physics. In many contexts, the limited availability of advanced training programmes, combined with the need for international

mobility and dependence on external funding, continues to challenge the consolidation of sustainable scientific communities. The discussion will address topics such as the training of lecturers and researchers, the internationalisation of higher education, academic and scientific mobility, experimental Physics teaching, and the integration of new technologies and pedagogical methodologies into the teaching and learning process. It will also reflect on the role of Physics scientific associations, universities, research centres, and governmental institutions in fostering more inclusive and long-lasting cooperation networks across the Portuguese-speaking world. Furthermore, the roundtable will seek to identify joint strategies to strengthen Physics education, including the development of collaborative postgraduate programmes, the sharing of laboratory and teaching resources, and the promotion of interinstitutional research initiatives. In this context, the discussion aims to reinforce the recognition of Physics as a strategic field for the scientific, technological, and socioeconomic development of Portuguese-speaking countries.

FÍSICA PARA A SUSTENTABILIDADE

Moderadores: Mário Moreira^{1,2} e Eduardo Alves³

¹ Departamento de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

³ IPFN, Instituto Superior Técnico, U. de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, PT

E-mail de contacto: mario.moreira@isel.pt

39

RESUMO

A evolução mundial liderada pelo ser humano caminha rapidamente para a exaustão dos recursos naturais impondo medidas imediatas que permitam garantir a sustentabilidade futura da vida no nosso planeta. Estando a ciência na origem do desenvolvimento tecnológico que tem suportado o extraordinário crescimento que se tem verificado nas últimas décadas cabe-lhe também encontrar as formas de equilíbrio que mantenham as condições de habitabilidade do nosso planeta para as futuras gerações sem comprometer o seu bem-estar.

Para isso o crescimento deve estar apoiado nalguns dos pressupostos básicos de sustentabilidade, ambiental e social: (1) a capacidade de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades; (2) assegurar o equilíbrio entre o desenvolvimento económico, a preservação ambiental e a justiça social, garantindo de modo eficaz o uso inteligente dos recursos.

De facto, as alterações climáticas, a crescente escassez de água, a rápida urbanização e o incremento da procura de energia (nas vertentes de fontes, armazenamento e distribuição) implicam a necessidade urgente de soluções sustentáveis.

A Física fornece-nos muitas ferramentas para compreender e responder a estas realidades, desenvolver e otimizar tecnologias que expandam o acesso a energia, de modo social e ambientalmente sustentável e fiável. A Física permite-nos ainda compreender os sistemas terrestres e recursos energéticos naturais, mapeando as águas subterrâneas, avaliar os recursos do solo de modo sustentável e avaliar e moderar os riscos naturais.

Nesta busca por equilíbrios, base da sustentabilidade, a gestão dos recursos hídricos começa a ter uma importância significativa onde os métodos físicos de prospeção e monitorização são essenciais na avaliação e utilização deste recurso ajudando a mitigar a sua crescente escassez.

Esta mesa redonda não trata apenas de conhecimento científico, mas também das estratégias de desenvolvimento nas várias áreas de conhecimento, das estratégias de intervenção e aplicação sustentável, e da colaboração entre os vários países que formam a nossa comunidade, com realidades geográficas muito diferentes.

Alargar o acesso à energia obtida de modo cada vez menos poluente é um dos objectivos de desenvolvimento sustentável mais importantes para toda a nossa comunidade. Os países desta comunidade têm diferentes potencialidades em recursos naturais energéticos incluindo potencial

solar e eólico, recursos mineiros fundamentais, energia geotérmica, sem esquecer as potencialidades de aplicações de aproveitamentos de biomassa ou das ondas do mar, entre outros. A Física contribui decisivamente com conhecimentos fundamentais para a concepção de sistemas avançados de armazenamento de energia, fornecendo eletricidade fiável às comunidades rurais limitando a dependência nas centrais termoelétricas tradicionais e centralizadas em combustíveis fósseis. O seu papel é fundamental para encontrar as condições necessárias para o desenvolvimento equilibrado e sustentável do planeta.

Nesta mesa redonda em que se vai discutir a interligação da Física e da Sustentabilidade, contamos com físicos e pessoas ligadas à física dos países de língua portuguesa com experiência na área, quer a nível profissional, na indústria ou serviços, quer a nível académico para abordar estes problemas.

ENSINO E INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA MÉDICA

Moderador: César Cordeiro Alves¹

¹ Universidade Agostinho Neto, Angola,

E-mail de contato: cesaritoalves@gmail.com

RESUMO

A Física Médica é a aplicação dos princípios de física e suas técnicas à medicina. Os avanços em física ao serviço do melhoramento dos diagnósticos, do tratamento de alto rendimento e segurança dos pacientes é crucial. Apesar destas virtudes a Física Médica é pouco ensinada ao nível do ensino superior, pouco financiada e os novos procedimentos levam tempo a ser regulamentados, a profissão de físico médico nem sempre existe, entre outras barreiras. Nesta perspectiva é oportuno a discussão do ensino da física médica nos últimos anos das licenciaturas e nas pós-graduações a nível de mestrado e doutoramento.

O ensino para ser mais próximo e evitar formações no estrangeiro longínquo, exige que se desenvolva a investigação em Física Médica aproveitando nos diversos países africanos os que já têm especialização nesta área para o desenvolvimento de parcerias. Esta pesquisa numa fase inicial deve ser feita em estreita colaboração com as unidades hospitalares que têm os equipamentos.

Um modo de agilizar quer o ensino quer a pesquisa nestas áreas pode ser a criação em colaboração dos docentes e investigadores no âmbito dos PALOP e na CPLP, o uso da mesma língua facilita a aprendizagem e o desenvolvimento das telecomunicações encurta deslocações e melhora o uso da internet para o ensino e pesquisa à distância.

Na mesa redonda temos físicos dos PALOP com experiência na área a nível de pós-graduação e alguns com larga experiência profissional, um representante de Associação de Física Médica Moçambicana e ainda duas médicas, uma com experiência na medicina nuclear e a diretora do Hospital Central do Lubango onde a introdução da radioterapia é um desígnio. A Física Médica não se restringe ao recurso a radiações ionizantes hoje vai a qualquer recanto do nosso organismo, as comunicações orais e em poster são exemplos dessa realidade. O desígnio desta Mesa é a partilha das experiências, mapeamento de recursos existentes e avaliar a cooperação possível e desejável.

ABSTRACT

Medical Physics is the application of the principles of physics and its techniques to medicine. Advances in physics in the service of improving diagnoses, high-performance treatment, and patient safety are crucial. Despite these virtues, Medical Physics is poorly taught at the higher education level, poorly funded, and new procedures take time to be regulated; the profession of medical physicist does not always exist, among other barriers. From this perspective, it is opportune to discuss the teaching of medical physics in the final years of undergraduate studies and in postgraduate studies at the master's and doctoral levels.

To make teaching more accessible and avoid training in distant countries abroad, it is necessary to develop research in Medical Physics, taking advantage of the expertise already present in this area in various African countries to develop partnerships. This initial research should be carried out in close collaboration with hospital units that have the equipment. One way to streamline both teaching and research in these areas could be through collaborative creation by teachers and researchers within the PALOP and CPLP frameworks. The use of the same language facilitates learning, and

the development of telecommunications shortens travel distances and improves the use of the internet for distance learning and research.

At the round table, we have physicists from the PALOP countries with postgraduate experience in the field, some with extensive professional experience, a representative from the Mozambican Medical Physics Association, and two doctors, one with experience in nuclear medicine and the director of the Lubango Central Hospital, where the introduction of radiotherapy is a goal. Medical Physics is not limited to the use of ionizing radiation; today it reaches every corner of our body, as evidenced by oral and poster presentations. The purpose of this Round Table is to share experiences, map existing resources, and assess possible and desirable cooperation.

COMUNICAÇÕES ORAIS

SPACER-INDUCED SYMMETRY BREAKING IN 2D LEAD BROMIDE PEROVSKITES DRIVES POLAR FIELDS AND SELF-TRAPPED EXCITON EMISSION

A. C. Handa¹, J.A. Souza¹

¹Center for Human and Natural Sciences, Federal University of ABC, Brazil, Santo André, 09210-580 SP, Brazil

E-mail de contato: a.handa@ufabc.edu.br

44

ABSTRACT

The incorporation of organic spacer molecules with distinct chemical functionalities plays a central role in defining the structural framework of two-dimensional (2D) halide perovskites, offering an effective route to engineer octahedral distortions and emergent polar states. Here, we synthesize microcrystalline $n = 1$ Ruddlesden-Popper 2D lead bromide perovskites using different organic spacers, PEA, CHEA, NEA, and MeOPEA, while preserving the same inorganic $[\text{PbBr}_6]^{4-}$ framework. Diffraction analysis reveals a systematic expansion of the interlayer spacing from 16.9 Å to 19.5 Å, accompanied by an increase in the equatorial Pb-Br-Pb bond-angle distortion (Δb) from approximately 1° to 14° . These spacer-induced structural distortions modulate Pb-Br orbital overlap and electronic bandwidth, thereby governing exciton localization and electron-phonon coupling. Our analysis suggests that off-center displacement of the Pb^{2+} cation within the $[\text{PbBr}_6]^{4-}$ octahedra induces spontaneous lattice polarization, generating internal electric fields that align local dipoles in direct correlation with structural asymmetry. The observed asymmetry in equatorial Pb-Br-Pb bond angles provides clear evidence of local inversion-symmetry breaking, indicating that bulky or functionalized spacers not only stabilize self-trapped exciton emission but also promote polar responses. These findings establish a unified structure-property framework and offer practical design guidelines for tailoring 2D hybrid perovskites toward advanced optoelectronic and multifunctional applications.

[1] Koegel AA, Mozur EM, Oswald IWH, Jalarvo NH, Prisk TR, Tyagi M, et al. *J Am Chem Soc* 2022;144:1313–22.

[2] Tao W, Zhang Y, Zhu H. *Acc Chem Res* 2022;55:345–53.

[3] Freitas ALM, Caturello NAMS, Tofanello A., al. *Mater. Chem. Front.*, 2025,9, 507-519.

OPTIMIZAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM NA RADIOGRAFIA DIGITAL DA MAMA VS. DOSIS A PACIENTE

A. Bernardo¹, M. Pérez Diaz², W.J. Echevarria Torres^{2,3}, R. Diaz-Amador³

¹ Departamento Ciências da Terra e do Mar, Universidade do Namibe, ² (CEETI) Centro de Estudios de Electrónica y Tecnología de Información (UCLV), ³

E-mail de contato: almeidabernardo899@gmail.com

RESUMO

Ainda não existe um conhecimento profundo sobre a qualidade da imagem em relação a dose, que pode ser obtida utilizando a tecnologia Radiografia Computarizada (CR). Este trabalho teve como objetivo investigar essa questão. Foram analisadas imagens de mamografia digital obtidas de um manequim antropomórfico. Variou-se a corrente que alimenta o tubo de raios X, o tempo de aquisição da imagem e a energia do feixe de raios X, e analisou-se a influência dessas variações sobre a dose media glandular e a qualidade da imagem. Para isso, foram utilizadas medidas matemáticas como relação sinal-ruído, contraste de imagem, relação contraste-ruído, índice de similaridade estrutural, distância espectral e erro medio quadrático, e as doses foram estimadas a partir de medições com uma camera de ionização. Também foi analisada a qualidade da imagem subjetivamente, utilizando critérios de especialistas. Foi obtido um protocolo otimizado que reduz significativamente a dose media glandular mantendo boa qualidade de imagem.

ABSTRACT

There is still not in-depth knowledge of image quality with respect to the dose, that can be obtained using "Computed Radiography" (CR). Toward this aim the present work was focused on. Digital mammography images obtained from an anthropomorphic phantom were analyzed. The current of the X-ray tube and the acquisition time as well as the energy of the X-ray beam were varied and the influence of these variations on the mean glandular dose and image quality were analyzed. Mathematical metrics like signal-to-noise-ratio, image contrast, contrast-to-noise ratio, structural similarity index, spectral distance and mean squared error were used to grade image quality. Subjective image quality analysis, using the criteria of expert observers, was also included and the doses were estimated from measures done with an ionization chamber. An optimized protocol was obtained which reduced the mean glandular dose significantly while a good image quality was maintained.

[1] Autor 1, Autor 2. A. Bernarddo, M. Pérez Diaz, Revista Cubana de Física, **35**, No.1e (2018)

[2] Autor 1. (Ed)), Ed. E. Altshuler No. 1e (2018).

DETEÇÃO DE LUZ ULTRAVIOLETA COM FILMES FINOS DE Ga_2O_3

**A. S. Sousa^{1,2}, D. M. Esteves^{2,3}, T. T. Robalo⁴, M. S. Rodrigues⁴,
L. F. Santos⁵, K. Lorenz^{1,2,3}, M. Peres^{1,2,3}**

¹ Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

² INESC Microssistemas e Tecnologias, Lisboa, Portugal

³ IPFN, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

⁴ Departamento de Física and BioISI – BioSystems and Integrative Sciences Institute, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

⁵ Centro de Química Estrutural, Institute of Molecular Sciences and Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

E-mail de contato: ana.sofia.sousa@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

Os semicondutores são indispensáveis para o dia-a-dia, formando a base da eletrónica moderna. Assim, o estudo das suas propriedades e como podem ser modificadas é um campo interdisciplinar entusiasmante, aliando Física da Matéria Condensada à Engenharia de Materiais. Para além do interesse puramente académico, trata-se de investigação e desenvolvimento com aplicações diretas, fomentando o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis.

Em particular, o estudo de semicondutores de hiato largo como o $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ tem sido alvo de atenção. Este material combina de forma única propriedades elétricas e óticas como um hiato energético ultra-largo de ~ 4.85 eV e um elevado campo elétrico de disrupção de ~ 8 MV/cm, distinguindo-se assim de outros semicondutores mais convencionais, como o silício. Associado a estas propriedades, o $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ é um excelente candidato para fotodetetores de luz ultravioleta no UV-C [1], transparentes à luz solar, ou mesmo dispositivos neuromórficos [2], capazes de simular o comportamento de neurónios.

Um método popular de deposição no fabrico de dispositivos à base de semicondutores é *Radio-Frequency Sputtering*, ou pulverização catódica assistida por magnetrão, já que produz filmes com qualidade, de forma rápida e a baixo custo. Contudo, filmes finos depositados por *RF-Sputtering* à temperatura ambiente não apresentam ordem cristalina, sendo necessário um tratamento térmico pós-deposição para promover a sua cristalização. Para além de tratamentos térmicos pós-deposição, a implantação iónica é um método de excelência para modificação das propriedades de filmes finos depositados por *RF-Sputtering* [3]. Por outro lado, a implantação iónica permite explorar a “engenharia de defeitos”, ou seja, causar danos na rede cristalina de forma precisa e controlável, de forma a otimizar as propriedades óticas e elétricas. Neste contexto, é de destacar o seu potencial para a formação de nanopartículas com propriedades plasmónicas [4], e particular

interesse para o desenvolvimento de fotodetetores de alta sensibilidade em diferentes regiões espectrais [5].

Assim, este trabalho teve como objetivo explorar o efeito de tratamentos térmicos e implantação iônica em filmes finos de Ga_2O_3 , através de um estudo sistemático das suas propriedades óticas, elétricas, estruturais e morfológicas. Para esse fim, utilizaram-se várias técnicas complementares, como medidas de transmissão ótica e elipsometria, espectrometria de retrodispensão de Rutherford, difração de raios X e microscopia de força atômica.

No decorrer deste trabalho, foi possível controlar a variação do hiato energético [6], do índice de refração e das propriedades elétricas do Ga_2O_3 através do recozimento térmico. Este controlo das propriedades elétricas e óticas permite a prototipagem de fotodetetores de luz UV com ótima performance. Obteve-se também, graças à engenharia de defeitos, dispositivos com elevada fotocondutividade persistente, promissores para aplicações neuromórficas.

Agradecimentos: os autores agradecem a preciosa colaboração de todos os envolvidos no projeto IonProGO (2022.05329.PTDC, <https://doi.org/10.54499/2022.05329.PTDC>).

1. Peng Y, Zhang Y, Chen Z, Guo D, Zhang X, Li P, et al. IEEE Photonics Technology Letters. 2018 June;30(11):993–6.
2. Kim JH, Lee HJ, Kim HJ, Choi J, Oh JH, Choi DC, et al. Advanced Electronic Materials. 2024;10(7):2300863.
3. Nikolskaya A, Okulich E, Korolev D, Stepanov A, Nikolichev D, Mikhaylov A, et al. J Vac Sci Technol A. 2021 Mar 26;39(3):030802.
4. Ribeiro A, Proença M, Catarino N, Dias M, Peres M, Borges J, et al. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. 2023 Aug 1;541:336–41.
5. An YH, Guo DY, Li ZM, Wu ZP, Zhi YS, Cui W, et al. RSC Adv. 2016 July 12;6(71):66924–9.
6. Sousa AS, Esteves DM, Robalo TT, Rodrigues MS, Santos LF, Lorenz K, et al. physica status solidi (RRL) – Rapid Research Letters. 2025 Apr 14;2500053.

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO TENSORRESISTIVO NAS PELÍCULAS DO MONOSULFETO DE SAMÁRIO E SOLUÇÕES SÓLIDAS DOS MONOSULFETOS DE SAMÁRIO E EURÓPIO

A.Vinogradov¹, E. José²

¹ Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências, Luanda, Angola

² Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

E-mail de contato: vinluan@mail.ru

48

RESUMO

No âmbito do trabalho final do curso de licenciatura em Física foi realizada a investigação complexa das propriedades tensométricas das películas finas do monosulfeto de samário SmS, que é o material tensossensitivo conhecido, e os novos materiais com sua base. Eles representam as películas finas das soluções sólidas de SmS com o monosulfeto de európio EuS de várias proporções. Foi descoberto o efeito tensorresistivo nos compostos $\text{SmS}_{0,75} - \text{EuS}_{0,25}$ e $\text{SmS}_{0,67} - \text{EuS}_{0,33}$. Nas amostras de recorde foram medidas os valores do coeficiente de sensibilidade tensorresistiva K próximo de 100 e de 75 respectivamente, o que supera os de SmS puro obtidos nas nossas experiências e iguais 45 -56. Tais valores de K das soluções SmS – EuS junto com os valores baixos de coeficiente de temperatura de resistência $(10^{-3} - 10^{-2})\text{K}^{-1}$ e valores de resistência elétrica das películas fazem os novos compostos dos semicondutores das terras raras muito perspectivas para uso prático na tensometria.

ABSTRACT

As graduation thesis in Physics of University Agostinho Neto, the complex investigation of the tensometric properties of thin films of samarium monosulfide (SmS), which is the known tensosensitive material, and the new materials based on it, was carried out. These represent the thin films of the solid solutions of SmS with the europium monosulfide (EuS) in various proportions. The tensorresistive effect was discovered in the compounds $\text{SmS}_{0,75} - \text{EuS}_{0,25}$ and $\text{SmS}_{0,67} - \text{EuS}_{0,33}$. In the record samples were measured the values of the coefficient of the tensorresistive sensitivity K to be close to 100 and 75 respectively, which exceeds those of pure SmS obtained in our experiments and equal 45 – 56. Such values of K together with the low resistance temperature coefficient $(10^{-3} - 10^{-2})\text{K}^{-1}$ and electrical resistance values of the films of the solid solutions of SmS - EuS make the new compounds of the rare earth semiconductors very promising for practical use in tensometry.

MEDIÇÃO DO CAMPO ELÉCTRICO EM RADIOFREQUÊNCIA (400 MHz – 6 GHz) NO CAMPUS DO ISEL

A. Casaca^{1,2}

¹ Departamento de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa,

² Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências,

E-mail de contato: antonio.casaca@isel.pt

49

RESUMO

A radiação electromagnética de radiofrequência, associada a telemóveis, redes móveis ou redes WiFi, é omnipresente em ambiente urbano e, em particular, também nos campus universitários; os possíveis efeitos na saúde humana da exposição a este tipo de radiação são frequentemente objecto de debate público. Neste trabalho são apresentados resultados da medição do campo eléctrico, no intervalo 400 MHz – 6 GHz, obtidos no campus do ISEL com um equipamento NARDA SRM-3006, em conjunto com alunos da unidade curricular de Electromagnetismo, da licenciatura em Engenharia Física Aplicada. Os resultados, recolhidos nos últimos três anos, mostram que os níveis de radiação medidos são inferiores aos níveis máximos de exposição recomendados pela Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não Ionizante (ICNIRP). Os dados recolhidos evidenciam, no entanto, uma tendência de crescimento da intensidade do campo eléctrico medido para as frequências associadas à tecnologia 5G.

Agradecimentos: Projecto Next Level@IPL, 2022, Instituto Politécnico de Lisboa, financiado pelo PRR (Plano de Recuperação e Resiliência); Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa (UID/00618/2025 | CFTC).

ABSTRACT

Electromagnetic radiation, in the radiofrequency range, associated with mobile phones, mobile networks or WiFi networks, is ubiquitous in urban environments, and also at university campuses; the possible effects on human health of exposure to this type of radiation are often the subject of public debate. In this work, we present the results of electric field measurements, in the range 400 MHz – 6 GHz, carried out at the ISEL campus with a NARDA SRM-3006 equipment, together with students from the Electromagnetism course in the Applied Physics Engineering degree. The results, collected over the past three years, show that the radiation levels measured are lower than the maximum exposure levels recommended by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). The data show, nevertheless, an increasing trend in the intensity of the electric field measured for the frequencies associated with the 5G technology.

Acknowledgments: Next Level@IPL Project, 2022, Polytechnic Institute of Lisbon, funded by the PRR (Recovery and Resilience Plan); Centre for Theoretical and Computational Physics of the University of Lisbon (UID/00618/2025 | CFTC).

IMPACTO DA IRRADIAÇÃO IÔNICA NAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DE SEMICONDUTORES DE GaN E AlGaN

B. Tavares^{1,2}, D. Esteves^{1,2}, K. Lorenz^{1,2,3}, M. Peres^{1,2,3}, S. Magalhães^{2,3}, M. Sequeira^{3,4}, I. Monnet⁵, C. Grygiel⁵, F. Moisy⁵, M. Sall⁵

¹INESC MN, Rua Alves Redol 9, Lisboa, 1000-029 Portugal

²Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Lisboa, Portugal

³IPFN, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Campus Tecnológico e Nuclear, Lisboa, Portugal

⁴Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Germany

⁵CIMAP (CEA, CNRS, ENSICAEN, UCN), Caen, France

E-mail de contato: tbelarmino16@gmail.com

RESUMO

A crescente necessidade de eletrônicos e sensores robustos, capazes de operar em condições extremas, tem impulsionado a pesquisa de alternativas aos semicondutores tradicionais baseados em silício. Materiais como o GaN e o AlGaN, semicondutores de gap largo (wide bandgap), destacam-se por sua notável robustez térmica e química, bem como por sua alta resistência à radiação. Este estudo investiga os efeitos da irradiação por feixe de íons de Urânio-238 de 0.9 GeV em filmes finos de GaN e AlGaN - com o filme de GaN depositado via MOCVD e o de AlGaN via técnicas de HVPE - focando em mudanças na estrutura da rede cristalina e nas propriedades ópticas. A difração de raios X de alta resolução (HRXRD) com radiação Cu K_{α} ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$) analisou as reflexões (004), medindo a deformação da rede ($\Delta c/c$) em amostras virgens e irradiadas (fluência: 5×10^{10} a 1×10^{12} íons/cm²). Verificou-se que o GaN apresentou maior deformação comparado aos compostos contendo alumínio, AlGaN. Tal comportamento indica que a presença de teores elevados de Al favorece a resistência do material contra a formação de trilhas (tracks). Um estudo complementar de caracterização óptica foi conduzido utilizando espectroscopia de absorção. Os resultados revelaram que, no GaN, o aumento da fluência de irradiação induz uma banda de absorção proeminente na região do visível. Por outro lado, em amostras de Al_xGa_{1-x}N (com $x = 0.18$ e 0.77), embora um aumento na absorção óptica seja observado na mesma região espectral, esse incremento é significativamente menor do que o observado no GaN. Este comportamento confirma que as amostras de AlGaN exibem maior resistência à irradiação. Notavelmente, a amostra de AlN comporta-se de forma diferente das amostras de AlGaN, apresentando, sob irradiação, o surgimento de uma banda de absorção centrada em aproximadamente 4.73 eV. Esta banda desloca-se para energias mais elevadas à medida que a fluência de irradiação aumenta. Embora a origem desta banda permaneça controversa, ela é frequentemente atribuída a impurezas de carbono ou vacâncias de nitrogênio [1].

[1] Moisy et al. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 379, 246, 2016

IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA EM ANGOLA: ANÁLISE DE INDICADORES AGROCLIMÁTICOS

Carlos Domingos Ndala Correia^{1,2}, João Carlos Andrade dos Santos², Malik Amraoui²

¹ Instituto Politécnico da Huíla, Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Angola;

² Centro de Investigação e Tecnologia em Ciências Agroambientais e Biológicas, CITAB, Inov4Agro, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Portugal;

E-mail de contato: carloscorreia@umn.edu.ao

RESUMO

As alterações climáticas constituem um dos maiores desafios globais do século XXI, com impactos particularmente severos em regiões tropicais e subtropicais altamente dependentes da agricultura de sequeiro, como é o caso de Angola. Neste trabalho analisam-se a variabilidade climática e as tendências de longo prazo da temperatura e da precipitação, bem como os seus impactos potenciais na agricultura angolana, com especial enfoque nas províncias do sul do país (Huíla, Namibe e Cunene), consideradas áreas de elevada vulnerabilidade climática. A análise baseia-se em dados de reanálise climática de superfície terrestre ERA5-Land, desenvolvidos pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), para o período de 1950 a 2024, com resolução espacial de $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ ($\sim 9 \text{ km} \times 9 \text{ km}$). Estes dados permitem colmatar a escassez e descontinuidade das observações meteorológicas locais, comuns em países em desenvolvimento. Sempre que possível, os resultados foram validados com dados observacionais disponíveis. Para além das variáveis climáticas simples (temperatura máxima, mínima e média, e precipitação total), foram utilizados indicadores agroclimáticos recomendados pelo Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI), tais como dias secos consecutivos (CDD), dias húmidos consecutivos (CWD) e precipitação associada a eventos extremos (R95p), permitindo traduzir a informação climática em métricas mais diretamente relacionadas com processos agrícolas. As tendências climáticas foram avaliadas através de métodos estatísticos não paramétricos robustos, nomeadamente o teste de Mann-Kendall para deteção de tendências monotónicas e o declive de Sen para quantificação da taxa de variação. Os resultados evidenciam um aumento estatisticamente significativo da temperatura em todas as regiões analisadas, com destaque para o aumento mais rápido das temperaturas mínimas, indicando um aquecimento noturno acentuado. Observam-se ainda uma redução da precipitação total anual e um aumento da duração de períodos secos, bem como uma maior contribuição de eventos extremos para a precipitação total, sobretudo nas regiões semiáridas. Estes padrões climáticos têm implicações diretas na produtividade agrícola, ao aumentar o stress térmico e hídrico das culturas e agravar os riscos de insegurança alimentar. O estudo reforça a importância da utilização de dados de alta resolução e de indicadores agroclimáticos na avaliação dos impactos das alterações climáticas, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de adaptação agrícola e para o apoio à tomada de decisão em contextos com limitações de dados observacionais. Os resultados apresentados constituem assim uma base científica relevante para o planeamento agrícola e a gestão sustentável dos recursos naturais em Angola.

ABSTRACT

Climate change constitutes one of the greatest global challenges of the 21st century, with particularly severe impacts on tropical and subtropical regions highly dependent on rainfed agriculture, as is the case in Angola. This work analyses climate variability and long-term trends in

temperature and precipitation, as well as their potential impacts on Angolan agriculture, with a special focus on the southern provinces of the country (Huíla, Namibe, and Cunene), considered areas of high climate vulnerability. The analysis is based on ERA5-Land land surface climate reanalysis data, developed by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), for the period 1950 to 2024, with a spatial resolution of $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ ($\sim 9 \text{ km} \times 9 \text{ km}$). This data helps to overcome the scarcity and discontinuity of local meteorological observations, common in developing countries. Whenever possible, the results were validated with available observational data. In addition to simple climatic variables (maximum, minimum, and average temperature, and total precipitation), agroclimatic indicators recommended by the Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) were used, such as consecutive dry days (CDD), consecutive wet days (CWD), and precipitation associated with extreme events (R95p), allowing the translation of climatic information into metrics more directly related to agricultural processes. Climatic trends were evaluated using robust non-parametric statistical methods, namely the Mann–Kendall test for detecting monotonic trends and Sen's slope for quantifying the rate of change. The results show a statistically significant increase in temperature in all analysed regions, with a notable faster increase in minimum temperatures, indicating a pronounced nocturnal warming. A reduction in total annual precipitation and an increase in the duration of dry periods are also observed, as well as a greater contribution of extreme events to total precipitation, especially in semi-arid regions. These climatic patterns have direct implications for agricultural productivity, increasing thermal and water stress on crops and exacerbating the risks of food insecurity. The study reinforces the importance of using high-resolution data and agroclimatic indicators in assessing the impacts of climate change, contributing to the development of agricultural adaptation strategies and supporting decision-making in contexts with limitations in observational data. The results presented thus constitute a relevant scientific basis for agricultural planning and the sustainable management of natural resources in Angola.

[1] Carlos Domingos Ndala Correia^{1,2}, João Carlos Andrade dos Santos², Malik Amraoui² *Climate* **2025**, 13, 173 <https://doi.org/10.3390/cli13090173>

ACTUAÇÃO DOS FÍSICOS MÉDICOS E FÍSICOS NUCLEARES – CASO DE ANGOLA

Cruz Silva¹

¹ Serviço de Física Médica e Radiações

E-mail de contacto: silva.dacruz073@gmail.com

53

RESUMO

Contexto e avanço: O uso de radiações ionizantes na saúde em Angola tem crescido nos últimos anos, impulsionado pela modernização e construção de hospitais de referência. Esse movimento tem ampliado a disponibilidade de equipamentos para diagnóstico por imagem e tratamento oncológico. Importa referir que o crescimento tecnológico não foi acompanhado, na mesma medida, pela formação e contratação de profissionais especializados que trabalham diretamente com radiações ionizantes. Atualmente, apenas três instituições hospitalares (sendo duas públicas e uma privada) contam com físicos no seu quadro profissional de modo efetivo.

Por imperativo legal, as clínicas, centros médicos e hospitais possuidores de equipamentos emissores de radiações ionizantes recorrem a empresas de prestação de serviços de consultoria ou a Peritos Qualificados, dada a escassez de quadros qualificados. O mesmo acontece às empresas de manutenção, importação e venda de equipamentos emissores de radiações ionizantes.

Na generalidade, os físicos especialistas na área de saúde concentram-se em Luanda, atuando em radiodiagnóstico, medicina nuclear, dosimetria, radioterapia e proteção radiológica.

Propostas de solução: Lançar programas de pós-graduação em Física das Radiações, Física Médica e Proteção Radiológica em parceria com universidades nacionais e internacionais, clínicas e hospitais de referência e organismos internacionais.

Criar programas de residência em Física Médica (radioterapia, radiodiagnóstico e medicina nuclear) vinculados a serviços com casuística e tutoria qualificada.

Promover congressos, *workshops* e jornadas nacionais de Física Médica para capacitação contínua e troca de experiências.

Estabelecer uma rede nacional de físicos médicos e peritos qualificados para suporte remoto, auditorias internas e padronização de procedimentos.

Incentivar a criação de serviços regionais de proteção radiológica para além de Luanda, com planos de cobertura provincial.

Sugestão de próximos passos práticos (12 meses)

Mapear serviços que utilizam radiação (públicos e privados), volumes de exames/tratamentos e lacunas de pessoal;

Firmar um convénio-quadro com Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), Universidades, nacionais para desenhar currículos de pós-graduação alinhados às *Safety Standards*;

Criar módulos de curta duração (40 – 80 h) para equipas clínicas: Proteção Radiológica, Dosimetria básica, Controlo de Qualidade de equipamentos (Radiologia, Mamografia, Tomografia) Controlo de Qualidade de acelerador linear e SPECT/PET

Implementar programas obrigatórios de Garantia da Qualidade com cronogramas de testes e relatórios padronizados;

Estabelecer um cadastro nacional de Peritos Qualificados e critérios de acreditação/recertificação.

[1] AREA, Requisitos para Licenciamento – Sector de Medicina

[2] Decreto Presidencial nº1888/18, Regime Jurídico da Carreira dos Profissionais de Diagnóstico e Terapêutica

[3] Decreto Presidencial nº12/12, Regulamento sobre Radioproteção

ABSTRACT

Context and Progress: The use of ionizing radiation in healthcare in Angola has grown in recent years, driven by the modernization and construction of reference hospitals. This movement has increased the availability of equipment for imaging diagnosis and cancer treatment. It is important to note that technological growth has not been accompanied, to the same extent, by the training and hiring of specialized professionals who work directly with ionizing radiation. Currently, only three hospital institutions (two public and one private) effectively have physicists on their staff. By legal requirement, clinics, medical centers, and hospitals possessing equipment that emits ionizing radiation rely on consulting service companies or Qualified Experts, given the shortage of qualified personnel. The same applies to companies involved in the maintenance, import, and sale of equipment that emits ionizing radiation. In general, physicists specializing in health focus on Luanda, working in radiodiagnosis, nuclear medicine, dosimetry, radiotherapy, and radiological protection. Proposed solutions Launch postgraduate programs in Radiation Physics, Medical Physics, and Radiological Protection in partnership with national and international universities, reference clinics and hospitals, and international organizations. Create residency programs in Medical Physics (radiotherapy, radiodiagnosis, and nuclear medicine) linked to services with case studies and qualified tutors. Promote congresses, workshops, and national Medical Physics meetings for continuous training and exchange of experiences. Establish a national network of medical physicists and qualified experts for remote support, internal audits, and standardization of procedures. Encourage the creation of regional radiological protection services beyond Luanda, with provincial coverage plans.

Suggestion for the next practical steps (12 months):

- Map services that use radiation (public and private), volumes of exams/treatments, and personnel gaps;
- Sign a framework agreement with the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the World Health Organization (WHO), national Universities to design postgraduate curricula aligned with Safety Standards;
- Create short-duration modules (40–80 hours) for clinical teams: Radiation Protection, Basic Dosimetry, Equipment Quality Control (Radiology, Mammography, Tomography), Linear Accelerator and SPECT/PET Quality Control
- Implement mandatory Quality Assurance programs with test schedules and standardized reports;
- Establish a national registry of Qualified Experts and accreditation/recertification criteria.

A COMPUTAÇÃO GRÁFICA COMO MEIO PARA AS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO DE FÍSICA - SISTEMA SOLAR

Daniel Marth¹

¹ Departamento de Física, ISCED-Huíla

E-mail de contato: dclmarth@gmail.com

RESUMO

A Computação Gráfica está agregada ao sistema sócio/pedagógico do momento actual, tornando-se um instrumento necessário para a compreensão deste mundo em que vivemos, e para a actuação naquele que se antevê. A educação tradicional revela-se cada vez mais ineficaz para dar resposta às crescentes necessidades de inovação e criatividade dos alunos actuais, visto que os mesmos vivenciam cada vez mais um estilo de vida automatizado. Maior parte das Escolas do I Ciclo não possuem laboratórios ou pelo menos algum material de teste que possibilite a aplicação prática dos conteúdos aprendidos na aula, para tal usou-se ferramentas computacionais para o desenvolvimento do mesmo, pois com o surgimento do computador e a sua utilização massiva pela sociedade originou também na escola uma mudança adaptativa, no sentido da inclusão das tecnologias interactivas no ensino e no desenvolvimento das práticas pedagógicas. Vem neste sentido o presente trabalho, consciente da pouca utilização da Computação Gráfica no trabalho didáctico/pedagógico para com os alunos do 1º ciclo, propor a necessidade da Computação Gráfica, para avaliar a pertinência da utilização de Livrarias Gráficas em contexto de sala de aula, com intencionalidade educativa. De acordo ao referido, levantou-se o seguinte problema de investigação: como melhorar o processo de Ensino-Aprendizagem do Universo (o sistema solar) na 7ª classe Instituto Politécnico Privado "Esperança". Este trabalho pode servir como ponto de partida para uma reflexão acerca do modo como se ensina e se aprende sobre o Sistema Solar, e de como se podem integrar a Computação Gráfica nesse processo, de modo a propiciar aos alunos um envolvimento activo que conduza a uma aprendizagem enriquecida.

Palavras-chaves: Computação Gráfica, Livraria Open Gl, Práticas de Laboratório, Física, Sistema Solar.

ABSTRACT

The Computer graphics is joined to the system social/teaching of the moment current, becoming at the same time a necessary instrument for the understanding of this world in that we lived, and for the be effective in that that is foreseen. The traditional education is revealed more and more ineffective to give answer the growing innovation needs and creativity of the students currents, because the same ones live an automated lifestyle more and more. Once larger part of I Cycle's Schools doesn't possess laboratories or at least some test material that makes possible the practical application of the contents learned in the class, as computation student and observer of as several theoretical and practical contents have been teaching, as for instance the content on The Solar system, took me to elaborate a strategy for the use of the Computer graphics as middle for the

practices of the Theme the - The Universe (The Solar system) in the 7th class, for such tools computational was used for the development of this project, because with the appearance of the computer and his/her use vastly for the society, also originated at the school a change adaptive, in the sense of the inclusion of the technologies interactives in the teaching and in the development of the pedagogic practices. It comes in this sense the present work, because, conscious of the little use of the Computer graphics in the work didactic/pedagogic with students of the 1º cycle, I intend to review the need of the Computer graphics to allow to evaluate the pertinence of the use of Graphic Bookstores in classroom context, with educational meaning. Of agreement to the referred, he/she got up the following investigation problem: how to improve the process of Teaching-learning of the Universe (the solar system) in the 7th class, in the Institute Private Polytechnic "Hope". With base in the interest experiences demonstratives and other factor, he/she grew a strategy educational multimedia agrees in cognitive and sociocultural beginnings, based on the paper of the communication and the use of you experience demonstrative, pertinent to contribute for the improvement of the teaching-learning process; such a methodological alternative puts the student in a paper assets and the teacher in a facilitator paper. The investigation of this work can serve as starting point for a reflection concerning the way as he/she becomes trained and he/she learns on the Solar system, and of as she can integrate the sciences of the computation in that process, in way to propitiate the students an involvement active that drives her/it an enriched learning.

Word-key: Computer graphics, would Liberate Open Gl, Practices of Laboratory, Physics, Solar system.

Daniel Marth, in: O Livro, Daniel Marth, ,Capítulo IV, Editora B-Publique (2024)

EXFOLIAÇÃO DE NANOMEMBRANAS DE β -Ga₂O₃ INDUZIDA POR IMPLANTAÇÃO IÓNICA

D. M. Esteves^{1,2}, S. Magalhães^{2,3}, A. Costa³, L. C. Alves^{3,4}, K. Lorenz^{1,2,3}, M. Peres^{1,2,3}

¹ INESC Microsistemas e Nanotecnologias, Rua Alves Redol 9, 1000-029 Lisboa, Portugal.

² Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

³ Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Estrada Nacional 10 (km 139.7), 2695-066 Bobadela, Portugal.

⁴ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Estrada Nacional 10 (km 139.7), 2695-066 Bobadela, Portugal

E-mail de contato: duarte.esteves@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

O estudo da modificação de semicondutores de hiato largo por implantação iónica é um dos campos de estudo mais entusiasmantes da Física da Matéria Condensada, sobretudo pela possibilidade de produzir impactos diretos na indústria, na tecnologia e no desenvolvimento sustentável. Por um lado, a implantação iónica permite a introdução controlada de iões na rede, o que confere novas propriedades óticas, elétricas, magnéticas ou mecânicas ao material. Por outro lado, este processo também introduz diferentes defeitos na rede, que podem ser intencionalmente explorados em “engenharia de defeitos”, ou seja, em benefício das propriedades da amostra.

Neste contexto, o β -Ga₂O₃ é um semicondutor de hiato largo emergente com aplicações tecnológicas promissoras, incluindo fotodetetores insensíveis ao espectro solar, sensores e guias de onda, bem como circuitos óticos integrados, devido ao seu potencial como matriz para hospedar diferentes centros óticos, que podem ser introduzidos por implantação iónica. Como exemplo, resultados recentes sugerem um potencial claro do β -Ga₂O₃ dopado com Cr no fabrico de sensores reutilizáveis de radiação ionizante, devido ao aumento do rendimento da emissão do Cr³⁺ promovido pelos defeitos introduzidos durante a irradiação [1–3]. Além disso, é possível, através de métodos convencionais (e.g. usando fita-cola), exfoliar mecanicamente monocristais de modo a obter membranas finas e transferíveis de β -Ga₂O₃ com superfície (100), que podem ser utilizadas facilmente em protótipos de diferentes dispositivos eletrónicos e optoeletrónicos. Contudo, este método apresenta algumas limitações: não é facilmente escalável e oferece uma reprodutibilidade e um controlo reduzidos.

Assim, o trabalho presente consiste num estudo em que um novo método de exfoliação baseado em implantação iónica é explorado [4,5], em que um perfil de deformação e tensões é introduzido em monocristais β -Ga₂O₃ com superfície (100) via implantação iónica, desencadeando a clivagem e o enrolamento de uma camada fina (~100 nm), formando um microtubo. As tensões acumuladas e as deformações associadas podem ser relaxadas mediante tratamentos térmicos, levando ao desenrolamento do microtubo e resultando numa nanomembrana com qualidade cristalina

comparável com a do monocristal que lhe deu origem. Além disso, este processo pode ser explorado para obter membranas cujas propriedades elétricas, óticas e magnéticas são otimizadas de acordo com a aplicação desejada.

Em particular, o foco deste trabalho é um estudo fundamental das propriedades destas nanomembranas de β -Ga₂O₃ produzidas por implantação de Cr, combinando dados obtidos por difração de raios X, espectroscopia de Raman e espectrometria de retrodispersão de Rutherford em modo de canalização, permitindo uma caracterização detalhada dos perfis de deformação e de defeitos induzidos pelo método de fabricação descrito, bem como da sua relaxação/remoção durante o recozimento térmico.

[1] M. Peres et al., Appl. Phys. Lett. 120, 261904 (2022).

[2] D. M. Esteves et al., Sci. Rep. 13, 4882 (2023).

[3] D. M. Esteves et al. ACS Omega 8(50), 47874 (2023).

[4] D. M. Esteves et al., arXiv: 2501.13055 (2025).

[5] Patente: Process of Production of Roll and Submicrometric Membrane of Ga₂O₃ by Ion Implantation PT 117063; EU PCT/PT/2022/050006; USA R6157.0189/189US.

Agradecimentos: os autores agradecem a preciosa colaboração de todos os envolvidos no projeto IonProGO (2022.05329.PTDC, <https://doi.org/10.54499/2022.05329.PTDC>).

UNVEIL PLASMA WALL INTERACTIONS IN FUSION REACTORS WITH ION BEAM TECHNIQUES

N. Catarino¹, N. Barradas¹, R. Mateus¹, M. Dias¹, J. Likonen², A. Widdowson³, E. Alves¹

¹ IPFN, Instituto Superior Técnico, U. de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, PT

² VTT Technical Research Centre of Finland, PO Box 1000, FIN-02044 VTT, Finland

³ UK Atomic Energy Authority, Culham Science Centre, Abingdon, OX14 3DB Oxfordshire, UK

E-mail de contato: ealves@ctn.tecnico.ulisboa.pt

59

ABSTRACT

Accelerator based analytical techniques play a fundamental role on the study of plasma wall interactions in fusion tokamaks. Constant fluxes of energetic neutrals and charged particles lead to erosion and re-deposition processes as well as radiation damage on the walls. In addition, plasma disruptions could cause large thermal shocks melting or vaporizing the material in the chamber walls. In combination with all these effects fuel retention is a process always present which must be fully understood.

In the present contribution, we explore the capabilities of ion beam techniques to study retention and erosion effects of deuterium plasmas in the wall materials of JET tokamak. Samples from different areas of the chamber were analyzed with Rutherford and elastic backscattering spectrometry, nuclear reaction analysis as well as electron microscopy.

Results indicate a major deposition region on the top of divertor tiles (0, 1) with a large retention of 2H. The position of the plasma strike point influences the distribution and deposition in the divertor walls. In the chamber walls the central part of the limiter tiles show an enhanced erosion without no deuterium retention. Retention is mostly observed in the tile gaps and deposition occurs at the ends of the tiles.

Additional studies were performed to get more insight on the effect of the presence of 4He, a fusion product present in the plasma, on the retention properties. With that in mind, we have produced and co-implanted a W-Ta alloy with 4He and 2H. The implantations were done at room temperature with 10 keV of He⁺ at a constant fluence of 5×10^{21} at/m² and 5 keV of D⁺ with fluences in the range 10^{20} - 10^{21} at/m². The results show that the alloys implanted with He⁺ evidence surface blistering and nuclear reaction analysis shows that D retention is higher after sequential He⁺ and D⁺ implantation than for single D⁺ implantation.

The results will be discussed and a picture of the plasma effects on the chamber walls presented.

CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO REGIME DA SECA NA ÁFRICA AUSTRAL

Fernando M. Chivangulula^{1,2}, M. Amraoui¹, M. G. Pereira^{1,3}

¹ Centre for the Research and Technology of Agroenvironmental and Biological Sciences, CITAB, Inov4Agro, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

² Instituto Politécnico da Huíla (IPH), Universidade Mandume Ya Ndemufayo (UMN), Estrada Principal da Arimba, C.P. 776 Lubango, Angola

³ Instituto Dom Luiz (IDL), FCUL, Campo Grande Edifício C1, Piso 1 1749-016 Lisboa, Portugal

E-mail de contacto yelissayala@gmail.com

RESUMO

A seca é definida como um período prolongado de déficit de precipitação em relação à normal climatológica e também como um evento climático extremo recorrente que causa múltiplos impactos aos ecossistemas e à atividade antropogénica. Especificamente, a seca esgota a humidade do solo, leva a baixa produtividade agrícola; a diminuição do fluxo de rios, redução de água em barragens e aquíferos; à perda de biodiversidade; e à insegurança alimentar. A seca afeta muitas pessoas no mundo e para a África Austral (AA) esses impactos são ainda maiores visto que a agricultura de sequeiro é vital para os meios de subsistência e para o desenvolvimento económico, o que representa um desafio na gestão de recursos hídricos. A metodologia utilizada no estudo incluiu a aplicação, do PROTOCOLO PRISMA 2020 [1] e o uso de ferramentas computacionais (MATLAB, Pacotes em R), para calcular o *Standardized Precipitation Index* (SPI), *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index* (SPEI) e a *Potential Evapotranspiration* (PET) e os principais descritores característicos do regime de seca. Foi feita também análise espaço-temporal dos descritores de seca e índices de seca bem como a análise de tendências de longo prazo com o estimador de Theil-Sen e o teste de Mann-Kendall. O estudo baseou-se no conjunto de dados de reanálise climática ERA5 [2] para calcular os índices de seca SPI e SPEI e os descritores de seca, incluindo o número, a duração, a severidade, a intensidade e a área afetada pelas secas e dados do sensor MODIS do satélite TERRA da NASA para os índices de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI) e *Vegetation Condition Index* (VCI). O objetivo do estudo é o de caracterizar e avaliar o regime de seca na AA através da distribuição espacial e temporal e da análise de tendências de longo prazo de seus elementos climáticos, índices de seca e descritores de seca. Os resultados revelaram que (i) de 1971 a 2020, a AA registou secas de todas as classes e escalas temporais, com elevada variabilidade espaço-temporal, (ii) as secas avaliadas pelo SPI ocorreram em média uma vez em cada 2 anos (escala de 3 meses) e 8 anos (escala de 12 meses), (iii) a área afetada pela seca aumentou ainda mais com o SPEI (9,11%/década) e (iv) foram detetadas tendências estatisticamente significativas na Precipitação, Temperaturas máxima e mínima, Número, Duração, Intensidade, Severidade da Seca, bem como nos índices de seca (SPI e SPEI) durante o período de estudo. Acreditamos que as conclusões deste estudo podem apoiar os decisores políticos e os gestores de recursos hídricos e de seca na definição de estratégias

adequadas, bem como na criação e implementação de programas de monitorização eficazes, na adaptação às alterações no regime de seca na AA e na mitigação dos impactos associados à seca.

ABSTRACT

Drought is defined as a prolonged period of precipitation deficit relative to the climatological normal and also as a recurring extreme climatic event that causes multiple impacts on ecosystems and human activities. Specifically, drought depletes soil moisture, reduces agricultural productivity, lowers river flow, reduces water levels in reservoirs and aquifers, causes biodiversity loss, and leads to food insecurity. Drought affects many people worldwide, and in Southern Africa (SA), these impacts are even greater because rainfed agriculture is vital to livelihoods and economic development, posing a challenge for water resource management. The methodology used in the study included the application of the PRISMA 2020 PROTOCOL [1] and the use of computational tools (MATLAB, R packages) to calculate the Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), and Potential Evapotranspiration (PET), and the main characteristic descriptors of the drought regime. A spatio-temporal analysis of drought descriptors and indices was also performed, as well as an analysis of long-term trends using the Theil-Sen estimator and the Mann-Kendall test. The study was based on the ERA5 climate reanalysis dataset [2] to calculate the SPI and SPEI drought indices and drought descriptors, including number, duration, severity, intensity, and area affected by droughts, and data from the MODIS sensor on NASA's TERRA satellite for vegetation indices Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI), and Vegetation Condition Index (VCI). The study aims to characterise and assess the drought regime in SA by analysing the spatial and temporal distributions and long-term trends of its climatic elements, drought indices, and descriptors. The results revealed that (i) from 1971 to 2020, AA recorded droughts of all classes and temporal scales, with high spatiotemporal variability, (ii) droughts assessed by the SPI occurred on average once every 2 years (3-month scale) and 8 years (12-month scale), (iii) the area affected by drought increased even further with the SPEI (9.11%/decade), and (iv) statistically significant trends were detected in Precipitation, Maximum and Minimum Temperatures, Number, Duration, Intensity, Severity of Drought, as well as in drought indices (SPI and SPEI) during the study period. We believe that the conclusions of this study can support policymakers and water and drought resource managers in defining appropriate strategies, as well as in creating and implementing effective monitoring programs, adapting to changes in the drought regime in the SA region, and mitigating the impacts associated with drought.

- [1] Page, M. J. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [2] Hersbach, H. et al. (2020). *The ERA5 global reanalysis*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146, 1999–2049.

O RECURSO ÀS TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO ESTRATÉGIA IMPULSIONADORA DO ENSINO E APRENDIZAGEM EFICAZ DA FÍSICA

Gabriel Cavela¹

¹ Departamento de Letras Modernas, Universidade Cuito Cuanavale. Cubango. Angola

RESUMO

No presente século a integração harmoniosa das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem constitui uma preocupação mundial, mormente para os países em vias de desenvolvimento como é o caso de Angola. Assim sendo, o presente estudo visa analisar a influência das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem e a sua relação com o ensino e aprendizagem eficaz da física. Para tal, colocou-se a tónica aos estudantes e ao docente da Unidade Curricular em estudo. O estudo realizou-se na Escola Pedagógica da Universidade Cuito Cuanavale, localizado na província do Cubango, em Menongue na República de Angola. A abordagem do presente estudo é qualitativa e quantitativa com enfoque exploratório, o desenho é transversal enquanto a amostragem é probabilística aleatória simples. A amostra é constituída por 64 estudantes, frequentando o 1º ano de licenciatura do curso de Ensino da Biologia e o docente de física. Para a recolha dos dados utilizaram-se um inquérito por questionário adaptado dirigido aos estudantes e uma entrevista semi-estruturada dirigida ao docente de física. Para análise dos dados recorreu-se à análise de dados e à estatística descritiva respectivamente e para o tratamento dos dados recolhidos utilizou-se o Software estatístico do Excel. Foram medidas as seguintes dimensões: Competências digitais, compreensão da pertinência das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, preferência no uso das tecnologias digitais e desafios enfrentados na utilização das tecnologias digitais. Os resultados evidenciaram uma percepção predominantemente negativa em torno das competências digitais com 64% dos inquiridos não possuírem as habilidades necessárias para a utilização eficaz das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem da física. Conclui-se que a transformação digital no processo de ensino-aprendizagem requer estratégias que possam incluir factores técnicos, pedagógicos, infraestruturais e culturais colocando a tónica na formação especializada e continua por intermédio das políticas de apoio institucional e que as tecnologias digitais são uma aliada poderosa na revolução do processo de ensino-aprendizagem e na dinamização do ensino-aprendizagem da física.

Palavras-chave: Tecnologias de informação e comunicação; tecnologias digitais; inovação pedagógica; processo de ensino-aprendizagem; transformação digital

ABSTRACT

In the current century the inclusion of digital technologies in the teaching and learning process is seen as a world concern specially for the developing countries such as Angola. Being so, this present study aims to analyze the influence of digital technologies in the teaching and learning process regarding the effective teaching and learning of physics. Thus, the focus was placed on the students

and on the lecturer of the subject being researched. The study was carried out at the Pedagogical School of Cuito Cuanavale University, located in Cubango province at Menongue city in the Republic of Angola. The research approach of this study is quantitative and qualitative with focus exploratory insights whose design research is a cross-sectional design while the sampling is a probabilistic simple random sampling. The sample consists of 64 students, attending the first year of the degree in Biology teaching and the lecturer of physics subject. For data gathering a questionnaire was used with the students whilst a semi-structured interview was used with the physics lecturer. For data analysis the descriptive statistics and the data analysis were used respectively and for data understanding the Excel statistics software was adopted. The following dimensions were measured: Digital competences, the relevance of digital technologies in the teaching and learning process, preferences in the use of digital technologies and the challenges faced in the use of digital technologies. The results revealed a negative perception in the digital competencies with 64% inquired students, not having the required competencies for the efficient use of digital technologies in the teaching and learning process of physics. It has been concluded that digital transformation in the teaching and learning process requires strategies that might include technical aspects, pedagogical factors, infrastructures and cultural aspects with focus on special training through the supporting institutional policies and it has been learned that the digital technologies are powerful allies for the revolution of the teaching and learning process and for the enhancing of the teaching and learning process of physics.

Keywords: Information and communication technologies; digital technologies; pedagogical innovation; teaching and learning process; digital transformation

IMAGIOLOGIA POR RAIOS GAMA ESPONTÂNEOS ORTOGONAIS PARA VERIFICAÇÃO DO ALCANCE DE FEIXE DE HÉLIO

Gegimma A. José¹, H. Simões²

¹ Instituto Superior de Ciência da Saúde Victor Sá Machado, São Tomé, São Tomé e Príncipe

² Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Coimbra, Portugal

E-mail de contacto: gegimmaarminda@gmail.com (G.A. José).

64

RESUMO

A hadronterapia com iões de hélio (^4He) emerge como uma modalidade terapêutica promissora, oferecendo vantagens significativas sobre os tratamentos convencionais com prótons e iões de carbono. Estas incluem uma precisão superior na deposição da dose, menor dispersão lateral e um potencial incremento na eficácia biológica relativa (RBE). Contudo, a monitorização *in vivo* do alcance do feixe permanece um desafio crítico para assegurar a segurança e a otimização do tratamento. Neste contexto, o presente estudo propôs-se a investigar, através de simulações detalhadas no GEANT4, a viabilidade da técnica *Orthogonal Prompt Gamma Imaging* (O-PGI) para a monitorização *in vivo* do alcance de feixes de iões de ^4He , com energias de 70, 130 e 200 MeV/u. A metodologia empregou a modelagem de um fantoma homogêneo de PMMA e a simulação de um sistema de deteção inovador, composto por um colimador multi-fatia em tungsténio e cintiladores YAP. Os resultados revelaram que o aumento da energia do feixe de ^4He acarreta uma diminuição do rácio de fótons gama em relação aos neutrões (de 0,89 para 0,63), impactando negativamente a relação sinal-ruído. A implementação de estratégias de discriminação temporal (*Time-of-Flight*, TOF) e energética demonstrou ser crucial para a mitigação do ruído de fundo, resultando em reduções superiores a 50%. A análise do perfil espacial da emissão gama evidenciou variações subtis na extremidade distal do pico de Bragg, as quais se tornaram mais pronunciadas após a aplicação de regressão linear, confirmando a sensibilidade da técnica às variações energéticas do feixe. Em suma, os achados deste trabalho reforçam o potencial da técnica O-PGI como uma ferramenta robusta para a monitorização em tempo real de tratamentos com iões de ^4He .

ABSTRACT

Helium ion therapy (^4He) is emerging as a promising therapeutic modality, offering significant advantages over conventional proton and carbon ion treatments. These include superior precision in dose deposition, lower lateral scattering, and a potential increase in relative biological effectiveness (RBE). However, *in vivo* beam range monitoring remains a critical challenge to ensure treatment safety and optimization. In this context, the present study aimed to investigate, through detailed GEANT4 simulations, the feasibility of the *Orthogonal Prompt Gamma Imaging* (O-PGI) technique for *in vivo* range monitoring of ^4He ion beams with energies of 70, 130, and 200 MeV/u. The methodology employed the modelling of a homogeneous PMMA phantom and the simulation

of an innovative detection system consisting of a multi-slit tungsten collimator and YAP scintillators. The results revealed that increasing the ^4He beam energy leads to a decrease in the ratio of prompt gamma photons to neutrons (from 0.89 to 0.63), negatively impacting the signal-to-noise ratio. The implementation of temporal (Time-of-Flight, TOF) and energetic discrimination strategies proved crucial for background noise mitigation, resulting in reductions exceeding 50%. Spatial profile analysis of gamma emission showed subtle variations at the distal end of the Bragg peak, which became more pronounced after applying linear regression, confirming the technique's sensitivity to beam energy variations. In summary, the findings of this work reinforce the potential of the O-PGI technique as a robust tool for real-time monitoring of ^4He ion treatments.

MÉTODOS ESPECTRAIS PARA TRANSPORTE QUÂNTICO EM MATERIAIS DE CARBONO SUSTENTÁVEIS: APLICAÇÃO A SISTEMAS HÍBRIDOS DE GRAFENO E NANO-DIAMANTES

Henrique Veiga^{1,2,3}, J. P. Santos Pires^{1,2} e João M. Viana P. Lopes^{1,2}

¹ Centro de Física das Universidades do Minho e Porto, Laboratório de Física para Materiais e Tecnologias Emergentes LaPMET, Portugal

² Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 4169-007 Porto, Portugal

³ School of Physics, Engineering and Technology and York Centre for Quantum Technologies, University of York, York YO10 5DD, United Kingdom

E-mail de contato: jlopes@fc.up.pt

RESUMO

A conjugação entre sustentabilidade e desenvolvimento científico continua a ser um dos maiores desafios do nosso tempo. É neste contexto que os materiais de carbono de baixa dimensionalidade emergem como plataformas particularmente promissoras. Entre os diferentes materiais possíveis, os nano-grafenos e os nanodiamantes [1,2] destacam-se pela sua elevada abundância, baixa toxicidade e estabilidade química.

A compreensão completa das propriedades eletrônicas de ambos os sistemas permanecem ainda limitada, tanto em estudos experimentais como teóricos. Em materiais reais, onde a presença de defeitos é ubíqua, a periodicidade cristalina deixa de ser válida. Consequentemente, as técnicas tradicionais de física do estado sólido baseadas em cálculos no espaço dos momentos tornam-se frequentemente pouco fiáveis. Além disso, existe uma necessidade crescente de descrever fenómenos emergentes em contextos experimentais. Para tal, é indispensável que os cálculos teóricos sejam capazes de simular as escalas energéticas e de comprimento relevantes, tipicamente exploradas em trabalhos experimentais. Como consequência, as técnicas de simulação numérica têm de descrever sistemas contendo até milhares de milhões de graus de liberdade [3].

Nesta apresentação, descreveremos uma técnica numérica capaz de realizar precisamente esse objetivo. Serão discutidos desenvolvimentos recentes [4,5] em métodos espectrais para o estudo do transporte quântico em materiais desordenados. Assentes em expansões de Chebyshev de operadores espectrais, demonstraremos cálculos de propriedades eletrônicas e de transporte com elevada resolução energética e excelente escalabilidade computacional.

Como aplicação, modelamos um sistema de grafeno desordenado onde ocorre uma interação complexa entre estados de Dirac localizados, críticos e estendidos. Este sistema físico apresenta fenómenos ricos envolvendo espalhamento quântico, ressonâncias induzidas por defeitos e modificações das suas propriedades de transporte eletrónico. Concluiremos ilustrando como esta linha de investigação, que combina métodos numéricos avançados com profundas perspetivas teóricas, se tornou essencial para acelerar a descoberta e otimização de materiais funcionais.

Este trabalho é financiado pelo projeto ND4QTECH-NORTE 2030-FEDER-0278200 e através do financiamento estratégico UIDB/04650-Centro de Física das Universidades do Minho e do Porto. Reconhece-se ainda o apoio da Bolsa de Doutoramento n.º 2024.00560.BD (H.V.).

ABSTRACT

The conjugation between sustainability and scientific development remains one of the paramount challenges of our time. It is in this context that low dimensional carbon based materials emerge as particularly promising platforms. Amongst different possible materials, nano-graphene and nanodiamonds [1,2], set themselves apart due to their high abundance, low toxicity and chemical stability.

The full comprehension of the electronic properties of both systems remains elusive in both experimental and theoretical studies. In real materials, where the presence of defects is ubiquitous, crystalline periodicity no longer holds. Therefore, traditional solid-state physics techniques based in momentum space calculations are often unreliable. Moreover, there is an increasing need to describe emergent phenomena in experimental settings. To do so, it is mandatory that theoretical calculations are capable of simulating the relevant length and energetic scales that are typically probed in experimental works. Consequentially, numerical simulation techniques have to describe systems containing up to billions of degrees of freedom [3].

In this presentation, we will describe a numerical technique capable of doing precisely this. Recent developments [4, 5] in spectral methods for the study of quantum transport in disordered materials will be discussed. Anchored on Chebyshev expansions of spectral operators we will demonstrate calculations of electronic and transport properties with high energy resolution and excellent computational scalability.

As an application, we model a disordered graphene system where a complex interplay between localized, critical and extended Dirac states occur. Said physical system exhibits rich physical phenomena involving quantum scattering, defect-induced resonances, and modifications of its electronic transport properties. We will conclude by illustrating how this research direction, that merges advanced numerical methods with profound theoretical insights, has become essential for accelerating the discovery and optimization of functional materials.

This work is supported by the ND4QTECH-NORTE 2030-FEDER-0278200 project and thought the Strategic Funding UIDB/04650-Centro de Física das Universidades do Minho e do Porto. Further support from the PhD Grant. No. 2024.00560.BD (H.V.) is acknowledged.

[1] Sipahigil A, Evans RE, Sukachev DD, Burek MJ, Borregaard J, Bhaskar MK, Nguyen CT, Pacheco JL, Atikian HA, Meuwly C, Camacho RM, Jelezko F, Bielejec E, Park H, Lončar M, Lukin MD. *Science*, 354, 6314 :847-850, (2016).

[2] Bhaskar, M. K., D. D., Sukachev, A., Sipahigil, R. E., Evans, M. J., Burek, C. T., Nguyen, L. J., Rogers, P., Siyushev, M. H., Metsch, H., Park, F., Jelezko, M., Ćvfiar, and M. D., Lukin., *Phys. Rev. Lett.* 118: 223603 (2017).

[3] Simão M. João, Miša Anđelković, Lucian Covaci, Tatiana G. Rappoport, João M. V. P. Lopes, Aires Ferreira. *R Soc Open Sci.* (2020)

[4] H. P. Veiga, D. R. Pinheiro, J. P. Santos Pires, J. M. Viana Parente Lopes, arXiv:2510.21688, (2025)

[5] Henrique Pina Veiga, Simão Meneses João, João Manuel Alendouro Pinho, João Pedro Santos Pires, João Manuel Viana Parente Lopes, *SciPost Phys.* 17, 149 (2024)

ENSINO DE FÍSICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM PROJECTO DE PESQUISA -ACÇÃO SOBRE A CONVERSÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM ELETRICIDADE EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DO NAMIBE (ANGOLA)

José Tchiananga¹, N. Costa²

¹ Instituto Superior de Ciências da Educação de Benguela, Angola

² Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Portugal.

E-mail de contato: jaimeloy2017@gmail.com

68

RESUMO

As Energias Alternativas e o Desenvolvimento Sustentável estão articulados, por exemplo, na Agenda 2030. Esta articulação também deve ocorrer no campo educacional, particularmente nas aulas de Física. No entanto, ela ainda está ausente, especialmente nos programas oficiais dessa disciplina em Angola. Este artigo apresenta e discute um estudo realizado no Complexo Escolar N° 101M – “Álvaro Manuel Boa Vida Neto”, em Namibe (Angola), com 44 estudantes do 10º ano (II ciclo do Ensino Secundário do Curso de Ciências Físico-Biológicas). Metodologicamente, utilizou-se uma abordagem de pesquisa-ação, de carácter descritivo e interpretativo, em que o professor da escola, que também assumiu o papel de pesquisador, é o primeiro autor deste artigo. Foram colectados dados qualitativos e quantitativos, por meio de análise documental, anotações de campo do pesquisador, um questionário aplicado aos estudantes no início e no final da implementação de uma sequência didáctica inovadora elaborada para o estudo, e comentários dos alunos á bordagem usadas. Os dados foram tratados por análise de conteúdo e estatística descritiva. A pesquisa-acção que, por limitações de tempo, incluiu apenas um ciclo, consistiu no planeamento, implementação e validação de uma sequência didáctica centrada na inclusão da energia fotovoltaica, já em uso na região onde a escola está situada, e que pode ser utilizada como meio alternativo de produção de energia eléctrica, garantindo a sustentabilidade das comunidades. Essa implementação culminou com a elaboração de um projecto, elaborado pelos estudantes e apresentado na comunidade escolar, sobre um protótipo de uma central fotovoltaica. Os resultados indicam que a sequência didáctica possibilitou interacções entre o objeto de conhecimento, as competências e a realidade dos estudantes, contribuindo para um pensamento individual e colectivo voltado à busca de novas formas de abordar problemas cotidianos. Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas sobre esse tema, especialmente estudos que analisem acções que promovam o desenvolvimento profissional de professores de Física sob uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. Tais estudos devem se concentrar no aprofundamento da proposta desenvolvida, introduzindo novos ciclos de pesquisa-acção que permitam ampliar a compreensão da realidade educacional e a construção do conhecimento num quadro de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica; Desenvolvimento Sustentável; Eletricidade; Ensino Secundário em Angola.

ABSTRACT

Alternative Energies and Sustainable Development are articulated, for example in the 2030 Agenda. This articulation should also be made in the educational field, particularly in Physics classes. However, this articulation is still absent, particularly in the official programs of this subject in Angola. This article presents and discusses a study carried out at the School Complex No. 101M – “Álvaro Manuel Boa Vida Neto” of Namibe (Angola) with 44 students of the 10th Grade (II cycle

of Secondary Education of the Physical-Biological Sciences Course). Methodologically, an action research approach, descriptive and interpretative, was used, being the school teacher, who also took on the role of researcher, the 1st author of this article. Mixed data, qualitative and quantitative, was collected through documentary analysis, field notes of the researcher, a questionnaire applied to the students at the beginning and at the end of the implementation of an innovative designed teaching sequence, and students' comments about the strategy used. The data was treated by content analysis and descriptive statistics. The action research, which for time reasons only includes one cycle, consisted of the planning, implementation and validation of a teaching sequence focused on the inclusion of photovoltaic energy, already in use in the region of the school where the study was developed. Notice that photovoltaic can be used as an alternative mean of producing electrical energy as a guarantee of the sustainability of communities. This implementation culminated in the development of a project, created by the students, and presented to school community, on a prototype of a photovoltaic power plant. The results indicate that the proposed teaching sequence enabled interactions between the object of knowledge, the skills and the reality of the students, thus contributing to individual and collective thinking in search of new ways to approach everyday problems, in addition to improving the quality of teaching.

It is suggested that further research should be done on this topic, namely through studies that analyze actions that promote the professional development of Physics teachers in a sustainable development perspective. This study should be focused on deepening the proposal developed, introducing new action research cycles that enables to highlight the understanding of the educational reality and the construction of knowledge.

Keywords: Photovoltaic Energy; Sustainable Development; Electricity; Secondary Education in Angola.

IMPLICAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E ÉTICAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DA FÍSICA: UMA REFLEXÃO FILOSÓFICA NO CONTEXTO DO ISCED-HUAMBO

Justino Valério Chipalavela¹, Manuel Saculanda Alberto¹, José Quintín Cuador Gil^{1,2}

¹ Departamento de Ciências Exatas e Natureza, Instituto Superior de Ciências de Educação do Huambo

² Faculdade de Ciências Técnicas. Universidade de Pinar del Río

70

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) tem gerado transformações profundas nos sistemas educativos globais, com implicações críticas para as instituições de ensino superior em Angola. No âmbito do Ensino da Física, esta tecnologia não é apenas uma ferramenta instrumental, mas um elemento que redefine a relação entre o sujeito e o objeto de conhecimento científico. No contexto específico do ISCED-Huambo, o advento da IA impõe o desafio de garantir que a modernização tecnológica não acentue as assimetrias pedagógicas e a exclusão digital já existentes. Do ponto de vista filosófico, a IA altera a natureza do ensino da Física, transmutando o papel do docente de transmissor de leis universais para facilitador de aprendizagem mediada por algoritmos. Esta transição levanta questões epistemológicas fundamentais: enquanto o conhecimento científico na Física é tradicionalmente validado pelo método experimental e pela observação empírica, a introdução de modelos de linguagem e simulações por IA introduz uma camada de mediação algorítmica que pode obscurecer a autoridade da evidência física real em favor de resultados gerados sinteticamente. No plano ético, a aplicação da IA no ensino das ciências experimentais suscita preocupações sobre a privacidade e a soberania dos dados dos estudantes. Em contextos onde o quadro regulatório é ainda incipiente, existe o risco de uma dependência acrítica de plataformas externas, o que remete para o conceito de dependência tecnológica. A utilização de ferramentas desenvolvidas por potências tecnológicas pode impor modelos pedagógicos desfasados da realidade física e social de Angola, negligenciando a necessidade de uma Física contextualizada e aplicada ao desenvolvimento local. Conclui-se que é imperativa uma abordagem crítica e regulada, que integre a IA como aliada na resolução de problemas complexos da Física, sem comprometer a autonomia intelectual e a integridade ética do futuro docente.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Ensino da Física, Epistemologia, Ética Educativa, ISCED-Huambo.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has catalyzed profound transformations in global educational systems, carrying critical implications for higher education institutions in Angola. In the field of Physics Education, this technology is not merely an instrumental tool but a fundamental element redefining the relationship between the subject and the object of scientific knowledge. Within the specific context of ISCED-Huambo, the advent of AI imposes the challenge of ensuring that technological modernization does not exacerbate existing pedagogical asymmetries and the digital divide. From a philosophical perspective, AI alters the nature of physics teaching, shifting the teacher's role from a transmitter of universal laws to a facilitator of algorithmically mediated learning. This transition raises fundamental epistemological questions: while scientific knowledge in Physics is traditionally validated through the experimental method and empirical observation, the introduction of Large Language Models (LLMs) and AI simulations adds a layer of algorithmic mediation that may obscure the authority of real physical evidence in favor of synthetically generated results. From an

ethical standpoint, the application of AI in experimental science education raises concerns regarding student data privacy and sovereignty. In contexts where regulatory frameworks are still incipient, there is a risk of uncritical dependence on external platforms, pointing toward the concept of technological dependence. The use of tools developed by global technological powers may impose pedagogical models detached from Angola's physical and social reality, neglecting the need for a Physics curriculum that is contextualized and applied to local development. This study concludes that a critical and regulated approach is imperative, integrating AI as an ally in solving complex physics problems without compromising the intellectual autonomy and ethical integrity of future educators.

Keywords: Artificial Intelligence, Physics Education, Epistemology, Educational Ethics, ISCED-Huambo.

A CIÊNCIA E SOCIEDADE: A FÍSICA EM LISBOA NO SÉCULO XX – 3 EXEMPLOS

Maria da Conceição Abreu¹

¹ Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas

E-mail de contato: mabreu@lip.pt

RESUMO

As novas gerações têm de estar conscientes de que, não obstante a sua auréola de busca desinteressada de conhecimento, a Ciência se faz quase sempre em Laboratórios, Institutos e Universidades criados por Governos. É útil analisar em que medida os cientistas têm de se envolver na “governança” para realizarem mudanças e acelerar o futuro.

Referiremos três instituições de investigação em Física criadas com o envolvimento direto de físicos na região de Lisboa entre 1960 e 1990, e mostramos como a concretização dos seus planos se deu enquanto exerciam funções no governo ou como altos dirigentes: o Instituto de Física e Matemática (IFM), criado pelo Decreto-Lei nº 47 424 de 28 de dezembro de 1966, cujo primeiro presidente foi o Prof. António da Silveira, presidente do Instituto de Alta Cultura à data da sua criação [1], o Instituto de Física Nuclear e Física de Partículas (IFNFP), criado por Despacho Ministerial de 22 de maio de 1973, cujo mentor foi o Prof. José Veiga Simão, Ministro da Educação Nacional à época [2] e o Laboratório de Instrumentação e Física de Partículas (LIP), registado como Associação para a Investigação e Desenvolvimento no Diário da República de 17 de julho de 1986 II série N. 162, cujo fundador foi o Prof. José Mariano Gago quando era presidente da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica [3].

Recuaremos aos anos 40 [4] para referir o Centro de Estudos de Física que perdurou até 1976 no Laboratório de Física.

ABSTRACT

New generations need to be aware that, although Science carries the aura of disinterested discovery, it is mostly conducted in Laboratories, Institutes, and Universities created by Governments. It is useful to analyze to what extent scientists must become involved in 'governance' in order to promote changes and accelerate the future. We will refer to three research institutions in Physics that were established in the Lisbon area between 1960 and 1990, in which physicists were directly involved, and we show how the implementation of their plans took place while they were members of the government or senior officers in public administration: the Institute of Mathematical Physics (IFM), created by Decree-Law No. 47,424 of December 28, 1966, whose first president was António da Silveira, president of the Institute of High Culture at the time of creation [1]; the Institute of Nuclear Physics and Particle Physics (IFNFP), created by Ministerial Order of May 22, 1973, whose mentor was José Veiga Simão, Minister of National Education at the time [2], and the Laboratory of Instrumentation and Particle Physics (LIP) registered as an Association for Research and Development as published in Diário da República on July 17, 1986, II series No. 162, whose founder was José Mariano Gago when he was president of the National Board for Scientific and Technological Research [3]. We will go back to the 1940s [4] to refer to the Center for Physics Studies, which lasted until 1976 at the Physics Laboratory.

[1] A Silveira, *Comentários Imperfeitos com elementos para uma história dos estabelecimentos científicos em Portugal*, Memórias da ACL, Tomo XXVI, 61pp, (1984).

[2] M C Abreu, *A Física Experimental de Partículas entre 1970 e 1976*, *Gazeta de Física*, **49**, 1 (2026).

[3] [LIP - Timeline](#)

[4] F Parente e L Carvalho, *O legado de Manuel Valadares à investigação em Física na Universidade de Lisboa*, *Gazeta de Física* **47**, 1 pp59-63 (2024).

AQUASEIS: MONITORIZAÇÃO DE AQUÍFEROS EM PORTUGAL A PARTIR DA INTERFEROMETRIA DE RUÍDO SÍSMICO AMBIENTE

M. Graça Silveira^{1,2}, PT-AQUASEIS team^{1,2,3}

¹ Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

³ Universidade do Algarve, Portugal

E-mail de contacto: graca.silveira@isel.pt

73

RESUMO

Portugal enfrenta um cenário de escassez hídrica crescente, associado à variabilidade climática, à intensificação da exploração de recursos hídricos subterrâneos e às alterações no uso do solo. Os aquíferos desempenham um papel fundamental no abastecimento agrícola, urbano, industrial e ecológico, mas a sua caracterização e monitorização continuam a representar um desafio científico relevante. A dificuldade de acesso direto ao subsolo, a complexidade estrutural dos sistemas aquíferos e a heterogeneidade do meio poroso limitam a eficácia dos métodos tradicionais de observação, que são frequentemente dispendiosos e espacialmente restritos.

A interferometria de ruído sísmico ambiente baseia-se na correlação de sinais microsísmicos de origem natural e antropogénica para reconstruir as funções empíricas de Green do meio. Esta abordagem permite aceder às propriedades elásticas da crosta superficial de forma contínua, possibilitando simultaneamente a caracterização da estrutura subsuperficial e a deteção de variações temporais associadas a alterações do estado físico do meio. Em particular, variações na velocidade das ondas sísmicas podem refletir mudanças na saturação e no estado de tensão dos sistemas aquíferos, fornecendo novos constrangimentos físicos à sua dinâmica.

O projeto PT-AQUASEIS – Monitoring the Portuguese Aquifers with Ambient Seismic Noise Interferometry (REF: 2023.17310.ICDT) aplicará métodos sísmicos passivos para estudar os aquíferos do sul de Portugal, uma região particularmente vulnerável ao stress hídrico. O projeto beneficia do acesso a dados de mais de 30 estações sísmicas das redes sísmicas permanente e temporárias e irá integrar informação de observações independentes como dados piezométricos, InSAR, GPS e levantamentos geoelectrónicos. A análise de dados sísmicos desde 2008/2009), permitirá investigar e analisar o comportamento dos aquíferos em escalas temporais que vão das variações sazonais ao comportamento ao longo de duas décadas.

Financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), o PT-AQUASEIS procura contribuir para questões centrais da física aplicada e da sismologia ambiental, explorando a ligação entre propriedades elásticas do meio e variáveis hidrológicas. Ao aproximar a sismologia da hidrologia, o projeto promove uma compreensão física mais integrada da dinâmica dos sistemas aquíferos e reforça o papel da física no desenvolvimento de metodologias inovadoras para a monitorização sustentável dos recursos hídricos.

Este trabalho é uma contribuição para PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT, DOI: [10.54499/2023.17310.ICDT](https://doi.org/10.54499/2023.17310.ICDT)). É igualmente apoiado pela FCT, I.P./MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC): LA/P/0068/2020 - <https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020> , UID/50019/2025, <https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025> , UID/PRR2/50019/2025.

ABSTRACT

Portugal faces a growing scenario of water scarcity, associated with climate variability, increased exploitation of groundwater resources, and land-use changes. Aquifers play a fundamental role in agricultural, urban, industrial, and ecological water supply, yet their characterization and monitoring remain a scientific challenge. Difficulties in direct access to the subsurface, the structural complexity of aquifer systems, and the heterogeneity of the porous medium limit the effectiveness of traditional observation methods, which are often costly and spatially constrained. Ambient seismic noise interferometry is based on the correlation of microseismic signals of natural and anthropogenic origin to reconstruct the empirical Green's functions of the medium. This approach enables continuous access to the elastic properties of the shallow crust, simultaneously allowing characterization of the subsurface structure and detection of temporal variations associated with changes in the physical state of the medium. In particular, variations in seismic wave velocities can reflect changes in aquifer saturation and stress state, providing new physical constraints on their dynamics.

The PT-AQUASEIS – Monitoring the Portuguese Aquifers with Ambient Seismic Noise Interferometry project (REF: 2023.17310.ICDT) will apply passive seismic methods to study aquifers in southern Portugal, a region particularly vulnerable to water stress. The project benefits from access to data from over 30 seismic stations across permanent and temporary networks and will integrate information from independent observations, including piezometric measurements, InSAR, GPS, and geoelectrical surveys. The analysis of seismic data from 2008/2009 onward will allow the study of aquifer behavior across temporal scales ranging from seasonal variations to trends spanning approximately two decades.

Funded by the Foundation for Science and Technology (FCT), PT-AQUASEIS aims to address central questions in applied physics and environmental seismology, exploring the links between elastic properties of the medium and hydrological variables. By bridging seismology and hydrology, the project promotes a more integrated physical understanding of aquifer dynamics and reinforces the role of physics in the development of innovative methodologies for the sustainable monitoring of water resources.

This work is a contribution to PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT)

DOI: [10.54499/2023.17310.ICDT](https://doi.org/10.54499/2023.17310.ICDT). It is also supported by FCT, I.P./MCTES through national funds

(PIDDAC): LA/P/0068/2020 <https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020> , UID/50019/2025,

<https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>, UID/PRR2/50019/2025

ALTERAÇÕES TEMPORAIS NA ESTRUTURA CRUSTAL DA ILHA DE SÃO JORGE DEVIDO A UMA INTRUSÃO MAGMÁTICA

M. Graça Silveira^{1,2}

¹ Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

E-mail de contato: graca.silveira@isiel.pt

75

RESUMO

Em março de 2022, após décadas de relativa tranquilidade desde a erupção de 1964, iniciou-se uma crise sísmica na Ilha de São Jorge. Entre março e dezembro de 2022, foram registados mais de 12.000 sismos, com magnitudes até ML 3,8. A análise da sismicidade e da modelação geodésica apontou para uma intrusão magmática, acompanhada de libertação de gases, circulação de fluidos e alterações de pressão no sistema vulcânico subterrâneo, fenómenos que frequentemente provocam alterações nas propriedades elásticas da subsuperfície, alterando a velocidade sísmica local e a coerência das formas de onda.

Para caracterizar estas alterações, aplicou-se interferometria de ruído ambiental a dados sísmicos, registados continuamente, entre janeiro de 2021 e dezembro de 2022, nas duas estações permanentes PMAN e ROSA, operadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

Os dados foram cortados em ficheiros de uma hora e filtrados entre 1-3 Hz para o cálculo das autocorrelações, e entre 0,1-1,0 Hz para as correlações cruzadas. Utilizou-se o método de correlação em fase. As correlações individuais foram somadas linearmente em janelas de 72 horas, com sobreposição de 48 horas, melhorando assim a relação sinal-ruído e assegurando uma resposta mais estável das funções de correlação. Determinou-se a evolução temporal da coerência das formas de onda, e as variações relativas da velocidade sísmica (dv/v) foram estimadas através do método Moving-Window Cross-Spectral (MWCS). Os resultados foram comparados com dados de precipitação diária e de deformação do solo obtidos da análise de dados de GPS, de modo a procurar distinguir efeitos ambientais superficiais de alterações mais profundas associadas à crise sísmica.

Em 2021, ambas as estações apresentaram variações sazonais de dv/v , particularmente para valores de time-lapse baixos (<10 s), apresentando uma boa correlação com os padrões de precipitação. Estes resultados apontam para alterações elásticas superficiais associadas a variações de pressão de poros e infiltração de água.

Em 2022 observou-se uma diminuição acentuada e persistente de dv/v , coincidindo com o início da crise sísmica e com a deformação do solo observada, principalmente na estação PMAN e para valores de time-lapse superiores a 10 s. Estes sinais são interpretados como respostas estruturais a fraturas, migração de fluidos e intrusão magmática. A estação PMAN, localizada próxima do centro da intrusão, evidenciou uma descordenação mais sistemática, enquanto a estação ROSA apresentou alterações menos significativas, sugerindo menor sensibilidade local ou localização fora da zona principal de deformação. Considerando uma velocidade aparente de 1 km/s (característica em fenómenos de espalhamento) e um tempo de percurso duplo, as alterações foram estimadas em dois intervalos de profundidades: entre 8 - 10 km e a cerca de 15 km. A análise evidenciou a importância deste método na monitorização contínua de ambientes vulcânicos onde a cobertura sísmica é limitada.

Este trabalho é uma contribuição para PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT, DOI: [10.54499/2023.17310.ICDT](https://doi.org/10.54499/2023.17310.ICDT)). É igualmente apoiado pela FCT, I.P./MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC): LA/P/0068/2020 - <https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020> , UID/50019/2025, <https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025> , UID/PRR2/50019/2025.

ABSTRACT

In March 2022, São Jorge Island experienced a seismic crisis after decades of relative calm since the 1964 eruption. Between March and December 2022, over 12,000 earthquakes were recorded, with magnitudes up to ML 3.8. Analysis of the seismicity and geodetic modeling indicated a magmatic intrusion, accompanied by gas release, fluid circulation, and pressure changes within the subsurface volcanic system—phenomena that often induce changes in the elastic properties of the subsurface, affecting local seismic velocities and waveform coherence.

To characterize these changes, ambient-noise interferometry was applied to continuously recorded seismic data from January 2021 to December 2022 at the two permanent stations PMAN and ROSA, operated by the Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). The data were divided into one-hour segments and filtered between 1–3 Hz for autocorrelations and 0.1–1.0 Hz for cross-correlations. The phase cross-correlation method was employed. Individual correlations were linearly stacked over 72-hour windows with a 48-hour overlap, thereby improving the signal-to-noise ratio and ensuring a more stable correlation function. Temporal evolution of waveform coherence was determined, and relative seismic velocity variations (dv/v) were estimated using the Moving-Window Cross-Spectral (MWCS) method. Results were compared with daily precipitation data and ground deformation obtained from GPS analyses to distinguish superficial environmental effects from deeper changes associated with the seismic crisis.

In 2021, both stations exhibited seasonal variations in dv/v , particularly at short time-lags (<10 s), showing a good correlation with precipitation patterns. These results indicate shallow elastic changes related to pore pressure variations and water infiltration.

In 2022, a sharp and persistent decrease in dv/v was observed, coinciding with the onset of the seismic crisis and ground deformation, mainly at the PMAN station and for time-lags greater than 10 s. These signals are interpreted as structural responses to fracturing, fluid migration, and magmatic intrusion. PMAN, located near the center of the intrusion, displayed more systematic decorrelation, while ROSA showed less significant changes, suggesting lower local sensitivity or a location outside the main deformation zone. Assuming an apparent velocity of 1 km/s (typical in scattering phenomena) and a double-path travel time, the changes were estimated at depths between 8–10 km and around 15 km. The analysis highlights the importance of this method for continuous monitoring of volcanic environments where seismic coverage is limited.

This work is a contribution to PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT DOI: [10.54499/2023.17310.ICDT](https://doi.org/10.54499/2023.17310.ICDT)).

It is also supported by FCT, I.P./MCTES through national funds (PIDDAC): LA/P/0068/2020 -

<https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020> , UID/50019/2025, <https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>, UID/PRR2/50019/2025

A DEPENDÊNCIA DO “FABRIC” MAGNÉTICO E DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EM FUNÇÃO DA IDADE, DE FILÕES DA ILHA DO MAIO, CABO VERDE; IMPLICAÇÕES PARA A ESTRUTURA VULCÂNICA.

Mário Moreira^{1,2}, João Mata^{2,3}, José Madeira^{2,3}, Patrícia Represas⁴, Sofia Martins³

¹ Departamento de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

³ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

⁴ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Portugal

E-mail de contato: mario.moreira@isel.pt

RESUMO

O estudo de filões magmáticos (estruturas laminares intrusivas) e a caracterização da geometria do seu fluxo fóssil através de propriedades magnéticas, (escalares e vectoriais), melhora significativamente a compreensão dos processos magmáticos. Os filões fornecem informações sobre o processo de transferência de magma, sendo a sua dinâmica e geometria considerados a principal causa do crescimento endógeno das ilhas vulcânicas.

A geometria e distribuição destes corpos intrusivos depende do regime de tensões local desenvolvendo fraturas ao longo da direção de mínima tensão tectónica. A interpretação do “fabric” magnético, obtida a partir da anisotropia da susceptibilidade magnética (ASM), fornece informação quantitativa para interpretar a geometria do padrão de fluxo magmático, fóssil.

Foram estudados por métodos magnéticos (ASM e mineralogia magnética), geoquímicos e datações isotópicas 27 filões da Ilha do Maio, intrusivos em formações com idades entre o Cretácico Inferior e o Miocénico. Datações ⁴⁰Ar/³⁹Ar dos filões estudados apresentam valores entre $11,28 \pm 0,21$ Ma e $9,24 \pm 0,49$ Ma. A susceptibilidade magnética volumica varia de uma ordem de grandeza, entre 10×10^{-3} SI e 110×10^{-3} SI. Os filões intrusivos na formação mais antiga (Batalha, Cretácico Inferior) apresentam a maior amplitude de valores de SM. Os restantes filões que intruem formações mais jovens apresentam uma amplitude de valores mais reduzida. O “fabric” magnético é “normal” (significando que o plano da foliação magnética é paralelo a sub-paralelo ao plano da margem do filão) não mostrando no geral imbricação nas margens. Nos filões que intruem as formações mais antigas o grau de anisotropia magnética é normalmente reduzido ($P' < 1.08$), mas nos filões que intruem a formação Casas Velhas (Miocénico), o grau de anisotropia apresenta valores muito elevados ($1.00 < P' < 1.50$) indiciando uma elevada deformação do fluxo magmático. A análise de imagem do “fabric” mineral (fenocristais e opacos) através do algoritmo Intercepts mostra que a lineação magnética é essencialmente coaxial da orientação preferencial dos fenocristais. De acordo com as representações estereográficas da ASM infere-se que o fluxo magmático nos filões estudados é predominantemente vertical a subvertical. As diferenças de grau de anisotropia, da mineralogia magnética e da geoquímica, observadas entre os filões que intruem a formação do Miocénico em contraste com o que se observa em todos os restantes filões podem ser explicadas pela existência de dois reservatórios magmáticos distintos: um próximo da superfície, que explica os valores muito elevados da anisotropia magnética e de fluxo magmático essencialmente vertical dos filões que intruem a formação do Miocénico a SSW na ilha, e outro reservatório, este mais profundo localizado numa posição central da ilha, responsável pela intrusão dos diques nas restantes formações localizadas a E e W. A variabilidade da mineralogia magnética, concordante com as análises químicas nos filões que intruem a formação da Batalha é interpretada como o resultado de

um maior intervalo de idades da instalação das intrusões, compatível com a idade mais antiga dessa formação.

Este trabalho foi financiado pela FCT, I.P./MCTES através dos fundos nacionais(PIDDAC): LA/P/0068/2020 - <https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020> , UID/50019/2025, <https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>, UID/PRR2/50019/2025

ABSTRACT

The study of magmatic dikes (intrusive laminar structures) and the characterization of the geometry of their fossil flow through magnetic properties (scalar and vectorial) significantly improves the understanding of magmatic processes. Dikes provide information about the magma transfer process, and their dynamics and geometry are considered the main cause of the endogenous growth of volcanic islands. The geometry and distribution of these intrusive bodies depend on the local stress regime, developing fractures along the direction of minimum tectonic stress. The interpretation of the magnetic "fabric," obtained from anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), provides quantitative information to interpret the geometry of the fossil magmatic flow pattern. 27 dikes from Maio island, intrusive into formations with ages between the Lower Cretaceous and the Miocene, were studied using magnetic methods (AMS and magnetic mineralogy), geochemical methods, and isotopic dating. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the studied dikes shows ages between 11.28 ± 0.21 Ma and 9.24 ± 0.49 Ma. The volumetric magnetic susceptibility (MS) varies by an order of magnitude, between 10×10^{-3} SI and 110×10^{-3} SI. The dikes intruding the oldest formation (Batalha, Lower Cretaceous) show the greatest range of MS values. The remaining dikes that intrude younger formations show a smaller range of values. The magnetic fabric is "normal" (meaning that the plane of the magnetic foliation is parallel to sub-parallel to the plane of the dike margin), generally showing no imbrication at the margins. In the dikes intruding the older formations, the degree of magnetic anisotropy is normally low ($P' < 1.08$), but in the dikes intruding the Casas Velhas formation (Miocene), the degree of anisotropy shows very high values ($1.00 < P' < 1.50$), indicating a high deformation of the magmatic flow. Image analysis of the mineral fabric (phenocrysts and opaque minerals) using the Intercepts algorithm, shows that the magnetic lineation is essentially coaxial with the preferred orientation of the phenocrysts. According to the stereographic representations of the AMS, it can be inferred that the magmatic flow in the studied dikes is predominantly vertical to subvertical. The differences in the degree of anisotropy, magnetic mineralogy, and geochemistry observed between the dikes intruding the Miocene formation, in contrast to what is observed in all other dikes, can be explained by the existence of two distinct magmatic reservoirs: one near the surface, which explains the very high values of magnetic anisotropy and essentially vertical magmatic flow of the dikes intruding the Miocene formation, SSW of the island, and another, deeper reservoir, located in a central position on the island, responsible for the intrusion of the dikes into the other formations located to the E and W. The variability of the magnetic mineralogy, consistent with the chemical analyses in the dikes intruding the Batalha formation, is interpreted as the result of a greater age range for the emplacement of the intrusions, compatible with the older age of this formation.

FOTODETETORES ULTRAVIOLETA BASEADOS EM MEMBRANAS DE β -Ga₂O₃ OBTIDAS POR EXFOLIAÇÃO INDUZIDA POR IMPLANTAÇÃO IÓNICA

M. C. Pedro^{1,2}, D. M. Esteves^{1,2}, A. S. Sousa^{1,2}, L. C. Alves^{3,4}, K. Lorenz^{1,2,4}, M. Peres^{1,2,4}

¹ INESC Microsistemas e Nanotecnologias, Rua Alves Redol 9, 1000-029 Lisboa, Portugal.

² Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa,

³ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

⁴ Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal.

E-mail de contacto: miguel.cardoso.pedro@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

A eletrónica desempenha um papel muito importante na sociedade atual. Tal só é possível graças à utilização de semicondutores, em particular o Si. No entanto, para muitas aplicações, como a eletrónica de potência e a optoeletrónica, o reduzido hiato do Si (1,1 eV) torna-o desvantajoso e, como tal, os semicondutores de hiato largo, como SiC e GaN, surgem como alternativa [1]. Um destes materiais emergentes é o óxido de gálio (Ga₂O₃), cujo hiato é de ~4,8 eV. Este valor excede o da energia dos fótons do espectro solar, pelo que o Ga₂O₃ é naturalmente adequado para utilização em “fotodetetores insensíveis ao espectro solar”. Este tipo de dispositivos tem aplicações em áreas como a comunicação por ultravioleta, deteção de chamas e monitorização da camada de ozono [1].

Neste trabalho, foram fabricados diferentes dispositivos baseados em nanomembranas de β -Ga₂O₃, obtidas a partir de exfoliação induzida por implantação iónica [2-3] em cristais orientados segundo o plano de clivagem fácil deste polimorfo, (100). Esta técnica cria um perfil de tensões que levam camadas finas a auto-enrolar-se, formando microtubos. Estes microtubos podem ser transferidos para substratos à escolha e desenrolados com recurso a um recozimento a 900 °C, que relaxa as tensões e promove a recuperação dos defeitos de implantação. Deste processo resultam membranas de Ga₂O₃ com espessura controlável na ordem dos 200–400 nm, que são então usadas para desenvolver dispositivos.

Em primeiro lugar, foram testados dispositivos numa configuração metal-semicondutor-metal (MSM), utilizando contactos de Ti/Au e um substrato transparente de safira (Al₂O₃). A relação corrente-tensão nos contactos adquire um comportamento linear após recozimentos a 500 °C. Verificou-se uma forte resposta à iluminação com um comprimento de onda de 245 nm, com ganhos muito elevados [4] e uma detetividade máxima $D^* = 5,2 \times 10^{15}$ Jones. A fotocorrente sob excitação de 245 nm supera a registada sob 365 nm por um fator de 10^6 , evidenciando a insensibilidade ao espectro solar. Estes dispositivos são, por outro lado, caracterizados por uma forte fotocondutividade

persistente que, embora possa comprometer possíveis aplicações que requeiram baixos tempos de resposta, poderá ter aplicações interessantes, *e. g.*, em sensores neuromórficos.

Foram também desenvolvidos transístores de efeito de campo (FET), utilizando a mesma configuração dos dispositivos MSM, em que a membrana é o canal e os contactos funcionam como fonte e dreno. Neste caso, o substrato utilizado foi Si revestido de SiO₂, agindo o primeiro destes como porta e o segundo como dielétrico. Observou-se, para estes dispositivos, uma corrente de dreno dependente da tensão aplicada na porta, refletindo o comportamento típico de um FET. Estes dispositivos foram ainda testados como fototransístores de forma a avaliar a possibilidade de usar a tensão de porta para suprimir a corrente escura [4]. Os resultados obtidos revelaram ganhos ainda mais elevados do que os obtidos com a estrutura MSM ($D^* = 2,7 \times 10^{17}$ Jones). Esta configuração oferece ainda a vantagem de permitir eliminar a corrente resultante da fotocondutividade persistente através da aplicação de um pulso de tensão na porta, o que poderá expandir o leque de aplicações para estes fotodetetores.

[1] Z. Liu, W. Tang, *J. Phys. Appl. Phys.*, 56, 093002 (2023).

[2] D. M. Esteves, R. He, C. Bazioti, S. Magalhães, M. C. Sequeira, L. F. Santos, A. Azarov, A. Kuznetsov, F. Djurabekova, K. Lorenz, M. Peres, arXiv: 2501.13055 (2025).

[3] Patente: Process of Production of Roll and Submicrometric Membrane of Ga₂O₃ by Ion Implantation PT 117063; EU PCT/PT/2022/050006; USA R6157.0189/189US.

[4] M. C. Pedro, D. M. Esteves, D. R. Pereira, L. C. Alves, C. Bouhafs, K. Lorenz, M. Peres, *Phys. Status Solidi RRL*, 2500059 (2025).

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA E SEGURANÇA NUCLEAR: CONVERGÊNCIA ENTRE A FÍSICA E O QUADRO REGULATÓRIO EM ANGOLA

Narciso C. B Sambembe^{1,2} e Luis F. T. Cardoso^{1,2}

¹ Autoridade Reguladora da Energia Atómica (AREA, Angola)

² Departamento de Licenciamento e Inspeção

81

RESUMO

A relação entre a física e a regulamentação do uso das tecnologias nucleares é o pilar que sustenta o desenvolvimento tecnológico seguro da sociedade contemporânea. A proteção radiológica e a segurança nuclear traduzem as leis fundamentais da natureza em normas jurídicas, assegurando que os benefícios da radiação ionizante na medicina, indústria e produção de energia superem os riscos associados.

No plano científico, a física nuclear e a física das radiações descrevem como a energia é emitida por núcleos instáveis e como interage com a matéria. Fenómenos de atenuação exponencial, o efeito fotoelétrico, o espalhamento Compton e a produção de pares determinam o comportamento dos fótons e das partículas ao atravessarem diferentes meios. Compreender estas interações permite à física desenvolver métodos precisos de dosimetria, calculando a dose absorvida pelos tecidos biológicos e estimando o risco de mutações celulares. Sem este mapeamento matemático e quantitativo fornecido pela física, seria impossível prever o impacto da radiação no corpo humano e no meio ambiente.

A regulamentação atua como a ponte que transforma este conhecimento puramente teórico e experimental em regras operacionais obrigatórias. Organizações internacionais, como a Agência Internacional da Energia Atómica (AIEA) e a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), utilizam as evidências da física para estruturar os três princípios fundamentais da proteção radiológica: a justificação da prática, a otimização da exposição (princípio ALARA - As Low As Reasonably Achievable) e a limitação de doses individuais. Estes princípios formam a base das legislações nacionais como é o Caso da Lei da Energia Atómica (Lei n.º 4/07), do Regulamento sobre Radioproteção (Decreto Presidencial n.º 12/12), de Angola, que fiscalizam desde pequenos consultórios de medicina dentária até práticas industriais e que utilizam fontes radioactivas e geradores de radiação ionizante de altas energias.

Na prática, a física dita as soluções técnicas para os desafios regulatórios. Para cumprir os limites de dose legais, os especialistas em Radioproteção aplicam as variáveis físicas como tempo, distância e blindagem. A lei do inverso do quadrado da distância e o cálculo de camadas semiredutoras (CSR) determinam, por exemplo, a espessura das paredes de betão ou chumbo nos bunkers de radioterapia. Da mesma forma, as normas de segurança para reatores nucleares exigem que os operadores dominem a física dos neutrões e a termohidráulica para garantir o controlo da reatividade e o arrefecimento do núcleo, prevenindo acidentes severos.

Por fim, a física da instrumentação nuclear viabiliza a própria fiscalização regulatória. O desenvolvimento de detetores de radiação precisos (como contadores Geiger-Müller e detetores de cintilação) permite monitorizar ambientes, auditar instalações e rastrear materiais radioativos. Em suma, a transição da física para a regulamentação cria um ecossistema indissociável: a física define os limites do biologicamente seguro e as técnicas de mitigação, enquanto o quadro regulatório confere força de lei a estes limites, garantindo o uso pacífico, ético e seguro das tecnologias nucleares.

Palavras-chaves: Física, radiações ionizantes, tecnologias nucleares, radioproteção e regulamentação.

REVESTIMENTOS DE Al_2O_3 DOPADOS COM $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ FORMADOS EM TUNGSTÊNIO POR OXIDAÇÃO ELETROLÍTICA POR PLASMA: PROPRIEDADES FOTOLUMINESCENTES E APLICAÇÃO EM TERMOMETRIA POR LUMINESCÊNCIA

Stevan Stojadinović¹, Nelson Pedro², Sanja Kuzman³, Kovana Periša³, Zoran Ritić³, Aleksandar Ćirić³

¹ University of Belgrade, Faculty of Physics, Studentskitrg 12-16, Belgrade, Serbia

² University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Belgrade, Serbia

³ Centre of Excellence for Photoconversion, Vinča Institute of Nuclear Sciences National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail de contato: nelson2021jair@gmail.com

RESUMO

A oxidação eletrolítica por plasma (PEO) foi empregada para sintetizar revestimentos de Al_2O_3 dopados com $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ em substratos de tungstênio, utilizando um eletrólito de fosfato alcalino contendo partículas de Eu_2O_3 em condições ambientais, eliminando a necessidade de altas temperaturas ou atmosferas redutoras. As propriedades estruturais, morfológicas e de fotoluminescência (PL) dos revestimentos foram investigadas. A difração de raios X (DRX) confirmou a formação de $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ como a fase dominante. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS) demonstraram revestimentos uniformes com aumento do teor de európio em concentrações mais elevadas de Eu_2O_3 . Os espectros de PL exibiram emissões características tanto do Eu^{2+} (banda larga $4f65d1 \rightarrow 4f7$) quanto do Eu^{3+} (transições nítidas $5D_0 \rightarrow 7F_J$), confirmando a coexistência de ambos os estados de valência. Os espectros de excitação do Eu^{3+} apresentam uma banda de transferência de carga e transições $4f\text{-}4f$. Há uma transferência de energia desprezível entre os íons Eu^{2+} e Eu^{3+} . A coordenação local dos íons Eu^{3+} e Eu^{2+} em revestimentos de Al_2O_3 é analisada usando os espectros de fotoluminescência (PL), mostrando que ambos os íons estão em sítios de baixa simetria. A razão de intensidade de luminescência (LIR) das emissões $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ foi utilizada para termometria óptica de 300 K a 650 K, mostrando uma dependência da temperatura quase-Boltzmann. Os estudos de PL dependentes da temperatura revelaram alta sensibilidade absoluta ($0,0008 \text{ K}^{-1}$ a 575 K), demonstrando o potencial de revestimentos de Al_2O_3 dopados com $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ para aplicações de termometria de luminescência sem contato.

S. Stojadinović, P. Nelson, S. Kuzman, J. Periša, Z. Ristić, A. Ćirić, $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ doped Al_2O_3 coatings formed on tungsten by plasma electrolytic oxidation: photoluminescent properties and application in luminescence thermometry. Optical Materials. 167 (2025) 117244, <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2025.117244>

SÍNTESE MECANOQUÍMICA DA FASE Bi_2Te : CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL, ESTABILIDADE E TRANSFORMAÇÃO TÉRMICA EM Bi_2TeO_5

Rayner Enriquez Camps¹, Carlos Eduardo Maduro De Campos¹

¹ Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

E-mail de contato: carlos.campos@ufsc.br

84

RESUMO

As fases baseadas em bismuto e telúrio têm despertado crescente interesse tecnológico devido às suas aplicações em dispositivos termoeletrônicos, optoeletrônicos e sensores, bem como ao seu potencial em sistemas fotocatalíticos e materiais óxidos funcionais. Neste trabalho, apresenta-se a síntese da fase intermetálica Bi_2Te [1,2] por meio de síntese mecanoquímica a partir de pós de alta pureza de Bi e Te, configurando uma rota eficiente e de baixo custo.

A fase Bi_2Te é considerada metaestável e pouco reportada na literatura em razão de sua instabilidade estrutural. Neste estudo, foi possível obtê-la sob condições controladas, alcançando estabilidade estrutural reprodutível, o que representa um avanço no controle de fases do sistema Bi-Te. Adicionalmente, realizou-se uma análise sistemática de sua estabilidade ao longo do tempo, avaliando possíveis transformações estruturais e mudanças de fase, aspecto fundamental para sua viabilidade em aplicações tecnológicas.

A partir de tratamentos térmicos controlados do Bi_2Te , foi obtida a fase óxida Bi_2TeO_5 [3,4], material de interesse por suas propriedades ópticas [5,6] e sensores de radiação [7], bem como por seu potencial uso em sensores e dispositivos eletrônicos baseados em óxidos.

A formação, microestrutura e estabilidade de ambas as fases foram investigadas por difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de transmissão (TEM), difração de elétrons de área selecionada (SAED) e espectroscopia Raman. A análise microestrutural quantitativa dos dados de DRX foi realizada por meio do método de refinamento de Rietveld, permitindo a determinação dos parâmetros de rede, tamanho de cristalito e microdeformações. Os resultados demonstram que a combinação de mecanoquímica e tratamentos térmicos constitui uma estratégia versátil para estabilizar fases metaestáveis do sistema Bi-Te e direcionar sua transformação para óxidos funcionais, fornecendo subsídios relevantes para aplicações em tecnologias avançadas.

ABSTRACT

Bismuth-tellurium-based phases have attracted increasing technological interest due to their applications in thermoelectric devices, optoelectronics, and sensors, as well as their potential use in photocatalytic systems and functional oxide materials. In this work, the synthesis of the intermetallic Bi_2Te phase [1] is presented, achieved via mechanochemical processing from high-purity Bi and Te powders, representing an efficient, low-cost, and potentially scalable route.

The Bi_2Te phase is considered metastable and has been scarcely reported in the literature due to its structural instability. In this study, it was successfully obtained under controlled conditions, exhibiting reproducible structural stability, which represents an advance in phase control within the Bi-Te system. In addition, a systematic analysis of its stability over time was performed, evaluating

possible structural transformations and phase evolution, a key aspect for its viability in technological applications.

Through controlled thermal treatments of Bi₂Te, the oxide phase Bi₂TeO₅ [2,3] was obtained. This material is of interest due to its optical properties [4,5] and radiation-sensing capabilities [6], as well as its potential use in sensors and oxide-based electronic devices.

The formation, microstructure, and stability of both phases were investigated by X-ray diffraction (XRD), transmission electron microscopy (TEM), selected-area electron diffraction (SAED), and Raman spectroscopy. Quantitative microstructural analysis of the XRD data was performed using the Rietveld refinement method, enabling precise determination of lattice parameters, crystallite size, and microstrain. The results demonstrate that the combination of mechanochemical synthesis and thermal treatments constitutes a versatile strategy for stabilizing metastable phases in the Bi–Te system and directing their transformation into functional oxides, providing relevant insights for advanced technological applications

- [1] J.-W. G. Bos, F. Faucheux, R. A. Downie, and A. Marcinkova, Phase stability, structures and properties of the (Bi₂)_m (Bi₂Te₃)_n natural superlattices, *Journal of Solid State Chemistry* **193**, 13 (2012).
- [2] G. S. Hasanova, A. I. Aghazade, S. Z. Imamaliyeva, Y. A. Yusibov, and M. B. Babanly, Refinement of the Phase Diagram of the Bi–Te System and the Thermodynamic Properties of Lower Bismuth Tellurides, *JOM* **73**, 1511 (2021).
- [3] K. M. Ok, N. S. P. Bhuvanesh, and P. S. Halasyamani, Bi₂ TeO₅: Synthesis, Structure, and Powder Second Harmonic Generation Properties, *Inorg. Chem.* **40**, 1978 (2001).
- [4] I. Foldvari, A. Peter, and G. K. Sujan, Bi₂TeO₅: Growth and Properties, Reference Module in Materials Science and Materials Engineering (2016).
- [5] C. A. López, E. Bâati, M. T. Fernández-Díaz, F. O. Saouma, J. I. Jang, and J. A. Alonso, Crystal structure and second harmonic generation in Bi₂TeO₅: An X-N study from synchrotron and neutron diffraction data, *Journal of Solid State Chemistry* **276**, 122 (2019).
- [6] H. Jo, J. S. Yoo, and K. M. Ok, Nonlinear optical (NLO) properties and temperature-dependent photoluminescence in activator-doped noncentrosymmetric (NCS) bismuth tellurite solid solutions, Bi₂–Ln TeO₅ (Ln = Ce and Eu), *Journal of Alloys and Compounds* **672**, 470 (2016).
- [7] L. Fornaro, J. F. Carvalho, Z. V. Fabris, I. A. Aguiar, M. Pérez Pérez Barthaburu, and H. Bentos Pereira, *Bi₂TeO₅ as a Novel Material for Ionizing Radiation Detection*, in *2013 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (2013 NSS/MIC)* (IEEE, Seoul, Korea (South), 2013), pp. 1–3.

THE MAGNETO-OPTICAL TRAP @ QUANTUM INFORMATION AND QUANTUM OPTICS

Pedro Monteiro¹, Hugo Terças^{1,2}

¹ Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

² Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

pedro.s.monteiro@tecnico.ulisboa.pt

86

RESUMO

O IST dispõe de uma magneto-optical trap (MOT) finalizada em 2014, experiência integrada atualmente no laboratório Quantum Information and Quantum Optics (QIQO lab). Este novo laboratório do Técnico une o Quantum Matter Lab (QuMatt@GoLP/IPFN) e o Quantum Photonics Lab (QuLab@IT). A MOT é uma configuração experimental que permite o arrefecimento extremo (por exemplo, centenas de micro Kelvin para o rubídio e o aprisionamento de átomos neutros, tornando-se uma ferramenta essencial em todas as experiências com átomos frios. Nesta experiência, seis feixes de laser polarizados circularmente que se propagam em sentidos opostos atingem uma célula de quartzo, de uma câmara de ultra-alto vácuo, que contém o vapor de Rubídio, formando *optical molasses* (OM), ou seja, arrefecendo o vapor. Quando é aplicado um campo magnético numa configuração anti-Helmholtz, os átomos são aprisionados numa região centrada em torno do zero do campo magnético, formando a “nuvem” MOT.

Nesta experiência conseguiu-se atingir vários marcos necessários para o funcionamento de uma MOT: (i) um sistema de espectroscopia de absorção saturada (SAS), para estabilizar a frequência do laser, (ii) utilização de moduladores opto-acústicos para controlar dinamicamente a frequência e implementar um interruptor óptico, (iii) amplificar a potência do laser em cerca de cinquenta vezes utilizando um *tapered amplifier* (TA) e (iv) eliminar os modos espaciais do feixe laser (utilizando um filtro espacial), obtendo um formato de feixe próximo de uma Gaussiana.

Para criar as necessárias condições de ultra-alto-vácuo indispensáveis à MOT foi criado um procedimento de aquecimento (*baking*) da câmara de vácuo. Embora não tenha sido ainda possível criar uma nuvem MOT, já é claramente observada a fluorescência do vapor de rubídio e a influência do campo magnético sobre a mesma.

Este trabalho fornece uma base sólida para a implementação de uma MOT, essencial a curto prazo para os objetivos do grupo de investigação no estudo de fenômenos coletivos complexos nestas nuvens de matéria ultra-fria.

AGRADECIMENTOS

As atividades do IPFN foram apoiadas pela FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P. através do projeto UID/50010/2025 com identificador DOI <https://doi.org/10.54499/UID/50010/2025>, e através do projeto UID/PRR/50010/2025 com identificador DOI <https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50010/2025> e pelo projeto LA/P/0061/202 com identificador DOI <https://doi.org/10.54499/LA/P/0061/2020>.

O QUE É A ENERGIA ESCURA?

R. Rosenfeld^{1,2}

¹ Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista

² Instituto Sul-Americano para Pesquisa Fundamental

E-mail de contato: rogerio.rosenfeld@unesp.br

87

RESUMO

No final do século passado começamos a ter as primeiras evidências observacionais, a partir de dados de supernovas, que o Universo não apenas está em expansão como essa expansão é, para grande surpresa, acelerada. A importância desta descoberta foi reconhecida com o prêmio Nobel de Física em 2011. A causa dessa expansão acelerada é atribuída à chamada “energia escura”, que hoje é responsável por cerca de 70% da densidade de energia do Universo. Nesta palestra descrevei modelos para a energia escura e as recentes informações sobre ela obtidas a partir de novos dados observacionais.

ABSTRACT

At the end of the last century, we began to have the first observational evidence, from supernova data, that the Universe is not only expanding but that this expansion is, to our great surprise, accelerating. The importance of this discovery was recognized with the Nobel Prize in Physics in 2011. The cause of this accelerated expansion is attributed to so-called "dark energy," which today accounts for about 70% of the Universe's energy density. In this talk, I will describe models for dark energy and the recent information about dark energy obtained from new observational data.

MODELO EDUCACIONAL PARA A ALFABETIZAÇÃO ENERGÉTICA NO ENSINO DE FÍSICA: CONCEÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO PARA A REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MOÇAMBIQUE

Rui Muchaiabande¹, Urânio Stefane Mahanjane², Paulo Cesar Marques de Carvalho³

¹ Universidade Licungo, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Beira, Moçambique. Autor correspondente:

² Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique. Faculdade de Engenharias e Tecnologias

³ Universidade Federal do Ceará, Brasil. Laboratório de Energias Alternativas, Departamento de Engenharia Elétrica;

E-mail de contato:: rmuchaibande@unilicungo.ac.mz

RESUMO

A formação de cidadãos capazes de compreender e agir de forma informada perante desafios sociocientíficos constitui um objetivo central do Ensino de Física (EF). No contexto moçambicano, estudos diagnósticos evidenciaram fragilidades significativas nos níveis de Alfabetização Energética de alunos do Ensino Secundário Geral, sobretudo na dimensão cognitiva e na articulação entre conhecimentos, atitudes e comportamentos. Com base nesses resultados, o presente estudo teve como objetivo conceber, implementar e avaliar um Modelo Educacional para a Alfabetização Energética (MEAE), orientado para a promoção do uso racional da energia elétrica. Adotou-se uma abordagem quantitativo-descritiva, com instrumentos aplicados antes, durante e após a intervenção pedagógica, assegurando a comparabilidade dos resultados ao longo do processo formativo. A implementação do modelo, estruturada com base em metodologias ativas, nomeadamente a Aprendizagem Baseada em Desafio, evidenciou melhorias consistentes na compreensão de conceitos energéticos fundamentais e maior coerência entre conhecimentos, atitudes e comportamentos associados à eficiência energética. Os resultados indicam que modelos educacionais contextualizados contribuem para aprendizagens integradas e socialmente relevantes, reforçando o papel do EF na promoção da sustentabilidade energética.

Palavras-chave: Alfabetização energética; Ensino de Física; Modelo educacional; Eficiência energética; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Educating citizens capable of understanding and acting in an informed manner on socioscientific challenges is a central goal of Science Education. In the Mozambican context, diagnostic studies have revealed significant weaknesses in secondary students' energy literacy, particularly in conceptual understanding and in the articulation between knowledge, attitudes, and behaviours. Based on these findings, this study aimed to design, implement, and evaluate an Educational Model for Energy Literacy (EMEL) focused on promoting the rational use of electricity. A quantitativedescriptive approach was adopted, using assessment instruments applied before, during, and after the pedagogical intervention to ensure comparability across the educational process. The

model's implementation, grounded in active learning methodologies—particularly Challenge-Based Learning—led to consistent improvements in students' understanding of fundamental energy concepts and to stronger coherence between scientific knowledge, attitudinal dispositions, and energy-related behaviours. From a Science Education perspective, the results highlight the relevance of contextualized educational models in fostering integrated learning and supporting energy sustainability.

Keywords: Energy literacy; Physics Education; Educational model; Energy efficiency; Sustainability.

GEONEUTRINOS, DA FÍSICA DE PARTÍCULAS PARA AS CIÊNCIAS DA TERRA

S. Andringa¹

¹ LIP - Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Lisboa, Portugal

E-mail de contato: sofia@lip.pt

90

RESUMO

As propriedades de interação com a matéria das diferentes partículas elementares permitem que elas sejam utilizadas para estudar vários aspetos da Terra. Os muões atravessam centenas de metro de rocha, permitindo criar imagens da sub-superfície ou monitorizar vulcões; os neutrinos atravessam todo o planeta, e trazem à superfície informação sobre o seu interior. Os sensores de muões são relativamente simples de construir e operar em diferentes locais; mas não se pode dizer o mesmo dos detetores de neutrinos, que são muito poucos em todo o mundo.

Geoneutrinos são produzidos pelos decaimentos radioativos de Urânio e Tório no interior da Terra. Ao medir os neutrinos que chegam à superfície em diferentes locais, pretende-se quantificar a distribuição destes elementos na crosta e no manto, testar os modelos de composição do planeta, e estimar a contribuição do calor radiogénico para a evolução e dinâmica planetárias. Os geoneutrinos foram medidos pela primeira vez em 2005, num segundo local cerca de uma década depois, e em mais dois locais no fim de 2025. Assim, é um campo novo e há ainda muitas questões em aberto na sua interpretação, que pretendo discutir a partir da medição em que participei na experiência SNO+, no Canadá.

ABSTRACT

The properties of interaction with matter of different elementary particles allow that their use to study several aspects of the Earth. Muons cross hundreds of meters of rock and allow to image its sub-surface or monitor volcanoes; neutrinos cross all the planet and bring information on its interior. Muon sensors are relatively easy to build and operate in different places, but one can not say the same about neutrino detectors, only a few exist in the world.

Geoneutrinos are produced by radioactive decay of Uranium and Thorium in the interior of the Earth. By measuring the neutrinos reaching the surface at different locations, we aim to quantify the distribution of these elements in the crust and mantle, to test planetary composition models, and to estimate the contribution of radiogenic heat to the evolution and dynamics of our planet. Geoneutrinos were first measured in 2005, in a second place around a decade later, and in two new locations at the end of 2025. So, it is a new field with still open debate for interpretation, that I intend to discuss starting from the measurement I participated in the SNO+ experiment, in Canada.

MAIS ESCOLAS DE VERÃO DE FÍSICA PARA JOVENS

Maria da Conceição Abreu¹, Sofia Andringa¹, Sónia Semedo²

¹ Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas

² Universidade de Cabo Verde

E-mail de contato: sonia.semedo@docente.unicv.edu.cv

RESUMO

As Escolas de Verão dirigidas a estudantes do Ensino Básico e Secundário constituem uma oportunidade privilegiada para dar a conhecer a Física para além dos conteúdos curriculares, permitindo aos participantes explorar a diversidade de temas e abordagens da área, bem como reconhecer que a Física é construída por mulheres e homens. A integração de alunos do último ano do Ensino Básico com estudantes do Ensino Secundário revela-se particularmente vantajosa, ao potenciar a interação entre diferentes níveis de maturidade académica e ao enriquecer a exploração das atividades propostas.

Esta abordagem contribui, por um lado, para sensibilizar os alunos finalistas do Ensino Básico para escolhas informadas no Ensino Secundário, especialmente nas áreas STEM, e, por outro, para oferecer aos estudantes do Ensino Secundário uma visão abrangente das oportunidades científicas que apenas cursos universitários em Física ou Engenharia Física permitem aprofundar.

Serão apresentados e discutidos diversos aspetos organizativos considerados fundamentais para o sucesso das Escolas de Verão, com base na experiência das autoras, de outros colegas, e nas Escolas de Verão promovidas pela UFPLP em 2024 e 2025. Por fim, discute-se a possibilidade de estender esta iniciativa aos vários países membros da UFPLP, reforçando a cooperação e o impacto no espaço lusófono.

ABSTRACT

Summer Schools for students in primary and secondary education offer an opportunity to explore physics beyond school curricula and to understand that physics is practiced by both women and men. Bringing together high school students with those in the final year of primary education presents clear advantages, as it allows for a richer exploration of the proposed activities and interaction between different educational levels. This approach also encourages primary school graduates to make informed choices when entering secondary education, particularly in STEM fields, while providing high school students with an overview of the wide range of physics topics that can only be fully explored through university programmes in Physics or Engineering Physics. This contribution refers to several organisational aspects that can ensure the success of such Summer Schools, drawing on the authors' experience, the experience of other colleagues, and the two UFPLP Summer Schools held in 2024 and 2025. The opportunity to extend this activity to the various UFPLP member countries is also discussed.

A MEDIÇÃO DA CONSTANTE DE PLANCK h

T Robalo¹, M C Abreu², Y P Bahu³, J Kessongo⁴, L Peralta^{1,2}

¹ Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

² Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Portugal

³ ISCED, Lubango, Angola

⁴ Instituto Politecnico da Huila, Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Lubango, Angola

E-mail de contacto: ntrobalo@fc.ul.pt

92

RESUMO

Apresentamos uma proposta de medição de uma constante fundamental da física que tem um papel importante na Mecânica Quântica. Foi Max Planck, em 1901 na sua teoria dos quanta em que procurava resolver o problema da distribuição de energia do corpo negro, evitando a chamada catástrofe do ultravioleta que propôs a constante h . Na sua teoria do efeito fotoelétrico Einstein estabelece uma relação de proporcionalidade entre a energia E do fóton e a sua frequência f de acordo com $E=hf$. Na atividade experimental proposta são utilizados LED coloridos na determinação de h e mais alguns componentes e instrumentos que se encontram em qualquer laboratório de física. A fundamentação do método baseia-se no facto da tensão de ativação V_D de um LED (i.e. a tensão para a qual o LED começa a emitir luz) ser aproximadamente dada por $V_D = hf/e - W/e$, sendo e a carga elementar e W uma energia fornecida pela rede cristalina do semiconductor. Esta equação é análoga à que se obtém quando a constante h é medida a partir do efeito fotoelétrico, mas a sua origem e significado físicos são diferentes. A deteção da luz emitida pelo LED é feita com um fototransistor, dispositivo que também tem na base da explicação do seu funcionamento, efeitos quânticos. O método proposto para a determinação de h celebra assim a atribuição de 3 prémios Nobel, Planck em 1918, Einstein em 1921 e Schockley, Bardeen e Brattain em 1956. Na oficina é utilizado um conjunto de LEDs de várias frequências deste a região do visível até ao infravermelho sendo possível com o dispositivo apresentado determinar a ordem de grandeza de h com aproximação às unidades ($\sim 6 \times 10^{-34}$ Js).

Esta atividade devida à sua simplicidade e preço pode ser considerada em ações da International Decade of Sciences for Sustainable Development (2024-2033) e na celebração do recente International Year of Quantum Science and Technology (IYQT) celebrado em 2025, ambas iniciativas da UNESCO e apoiados pela International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP).

ABSTRACT

We present a proposal for measuring a fundamental constant of physics that plays an important role in Quantum Mechanics. It was Max Planck, in 1901 in his quantum theory, who sought to solve the problem of the energy distribution of the black body, avoiding the so-called ultraviolet catastrophe, who proposed the constant h . In his theory of the photoelectric effect, Einstein established a

proportional relationship between the energy E of the photon and its frequency f according to $E=hf$. In the proposed experimental activity, colored LEDs are used to determine h , along with some other components and instruments commonly found in any physics laboratory. The method's basis relies on the fact that the activation voltage V_D of an LED (i.e., the voltage at which the LED begins to emit light) is approximately given by $V_D = hf/e - W/e$, where e is the elementary charge and W is an energy provided by the semiconductor's crystal lattice. This equation is analogous to the one obtained when the constant h is measured from the photoelectric effect, but its physical origin and meaning are different. The detection of the light emitted by the LED is done with a phototransistor, a device whose operation is also fundamentally explained by quantum effects. The method proposed for determining h , thus celebrates the awarding of 3 Nobel Prizes: Planck in 1918, Einstein in 1921, and Shockley, Bardeen, and Brattain in 1956. In the workshop, a set of LEDs of various frequencies is used, ranging from the visible region to the infrared, and it is possible with the presented device to determine the order of magnitude of h with an approximation to the units ($\sim 6 \times 10^{-34}$ Js).

Due to its simplicity and price, this activity can be considered as part of the actions of the International Decade of Sciences for Sustainable Development (2024-2033) and in the celebration of the recent International Year of Quantum Science and Technology (IYQT) held in 2025, both initiatives of UNESCO and supported by the International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP).

EXPERIÊNCIAS PEDAGÓGICAS EM TECNOLOGIAS QUÂNTICAS

Y. Omar^{1,2}

1 Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

2 PQI – Portuguese Quantum Institute

E-mail de contacto: contact.yasser@pqi.pt

RESUMO

As Tecnologias Quânticas são tecnologias emergentes com potencial disruptivo para a computação, as comunicações privadas, e os sensores. Exploram as propriedades da Mecânica Quântica e da Informação Quântica para oferecerem vantagens significativas em relação às tecnologias clássicas. Nesta comunicação, irei apresentar experiências pedagógicas que podem ser realizadas na sala de aula para ensinar os conceitos e aplicações das Tecnologias Quânticas.

COMUNICAÇÕES EM POSTER

APLICAÇÃO DE BIOSSENSORES NA MEDICINA ANGOLANA E SEUS DESAFIOS NO TRATAMENTO DE DOENÇAS DE PELE

Edelísio Paulo Fernandes¹

¹ Grupo de investigação Biossensores e Nanotecnologia Biomédica aplicada à Saúde, Escola de Ciência da Universidade do Minho.

E-mail de contato: edelisiofernandes@gmail.com

RESUMO

Biossensores são dispositivos utilizados para identificar ou mensurar a concentração de determinado analito em um meio através de características físico-químicas ou reações químicas e um analito, é uma substância ou constituinte químico de interesse, ou seja, aquilo que se deseja medir como por exemplo proteínas, material genética, vírus, etc. Existe vários biossensores nomeadamente: Biossensores eletroquímicos, Biossensores ópticos, Biossensores enzimáticos, Biossensores vestíveis (wearables). Para esta investigação, utiliza-se Biossensores vestíveis (wearables). Os biossensores vestíveis são dispositivos eletrônicos flexíveis que são colocados diretamente sobre a pele, sob a forma de adesivos, pensos inteligentes ou integrados em tecidos. Funcionam através da captação de sinais biológicos, como o suor, a temperatura, o pH ou determinados biomarcadores, convertendo essas informações em sinais elétricos que podem ser analisados em tempo real. Estes dados permitem monitorizar continuamente o estado da pele e apoiar o acompanhamento e o tratamento de diversas doenças cutâneas, de forma não invasiva e confortável para o doente.

A aplicação de biossensores na medicina angolana representa uma oportunidade significativa para aprimorar o diagnóstico, tratamento e monitoramento de doenças, com um foco particular nas doenças de pele. A capacidade desses dispositivos de oferecer resultados rápidos, precisos e, em muitos casos, em ambientes de ponto de atendimento, é de valor inestimável para um país que busca fortalecer sua infraestrutura de saúde e expandir o acesso a cuidados de qualidade, especialmente em áreas remotas.

Atualmente, Angola enfrenta uma prevalência considerável de doenças de pele, incluindo Doenças Tropicais Negligenciadas cutâneas, que impõem uma carga substancial à saúde pública e à qualidade de vida da população. A fragilidade dos serviços laboratoriais e a necessidade de capacitação de profissionais de saúde são desafios que limitam a resposta eficaz a essas condições. No entanto, é precisamente nesse cenário que os biossensores podem oferecer soluções inovadoras, permitindo a detecção precoce, o monitoramento contínuo e a personalização de tratamentos, mesmo com recursos limitados. Para que o potencial dos biossensores seja plenamente realizado em Angola, é imperativo abordar os desafios existentes de forma estratégica. Isso inclui investimentos em infraestrutura de saúde, programas abrangentes de formação e capacitação para profissionais, desenvolvimento de políticas de saúde que incentivem a inovação e a pesquisa local, e a promoção da conscientização pública sobre os benefícios dessas tecnologias. A colaboração entre o governo, a academia, a indústria e as organizações internacionais será fundamental para criar um ecossistema favorável à adoção e integração bem-sucedida dos biossensores no sistema de saúde angolano.

PROPOSTA DE ATUAÇÃO DO FÍSICO MÉDICO NOS HOSPITAIS E CLÍNICAS EM ANGOLA

Hamuyela Domingos Kandivite¹

¹ Complexo Escolar Victória Noelana Namibe-Angola

E-mail de contato: domingoshamuyela31@gmail.com

97

RESUMO

O avanço da tecnologia médica nas últimas décadas trouxe grandes benefícios para o diagnóstico e tratamento de diversas doenças. Equipamentos como tomógrafos, aparelhos de radioterapia, ressonância magnética e radiologia intervencionista exigem cada vez mais conhecimento técnico e científico para garantir o seu uso seguro e eficaz.

Neste cenário destaca-se o papel do físico médico, profissional capacitado para atuar na área da saúde com conhecimento profundo em física aplicada à medicina. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de atuação do físico médico em hospitais e clínicas em Angola, com base nas necessidades do sistema de saúde do país nas diretrizes internacionais de boas práticas clínicas. A Física Médica nos leva a base científica para o desenvolvimento de modernas tecnologias que nas últimas décadas revolucionaram o diagnóstico e os tratamentos, estabelecendo os critérios para assegurar a correta e efetiva utilização dos agentes físicos na Medicina.

Desta forma, este estudo propõe que os hospitais e clínicas em Angola passem a integrar o físico médico como parte essencial das suas equipas técnicas. Recomenda-se também que o Governo angolano, por meio do Ministério da Saúde e instituições de ensino superior, crie políticas públicas e cursos especializados voltados para a formação de físicos médicos no país. Para a efectivação da atuação do físico médico em hospitais e clínicas em Angola é necessário que:

- Que se implemente a disciplina de Física médica nos cursos ligado a saúde a nível da graduação;
- Que se capacite os físicos médicos através de cursos de pós-graduação;
- Que Amplie o número de cursos de pós-graduação em Física Médica nas diversas áreas;
- Que Estabeleça metas para o cumprimento das normas e leis que determinam a presença de físicos médicos qualificados em hospitais e clínicas;
- Que amplie a divulgação das áreas de atuação do físico médico e sua importância na segurança dos pacientes e trabalhadores da saúde, assim como a garantia da qualidade dos serviços;
- Que integre o físico médico às profissões da área da saúde;
- Que reconheça a Física Médica como área do conhecimento em saúde.

A regulamentação da profissão é fundamental para garantir condições adequadas de trabalho e valorização desses profissionais.

Além de contribuir para a segurança dos pacientes, a presença do físico médico melhora os indicadores de qualidades dos serviços hospitalares, diminui o número de erros em tratamentos radiológicos e fortalece confiança na tecnologia. O Físico Médico é um profissional com sólida formação em Física, conhecedor do método científico, com desenvolvimento da atitude científica

como hábito para a busca da verdade científica, de postura ética e perseverante, preparado para enfrentar novos desafios e buscar soluções de problemas de forma criativa e com iniciativa

É nomeadamente da responsabilidade do Físico Médico a execução e/ou supervisão dos procedimentos adequados para garantir a administração da radiação ao doente de forma segura e efetiva, de modo a alcançar o resultado diagnóstico ou terapêutico tal como foi prescrito pelo médico. São também responsáveis pelos aspetos relacionados com a Proteção e Segurança Radiológica das instalações.

USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA AULA UNIVERSITÁRIA: UM ESTUDO DE CASO NO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXACTAS DO ISCED DA HUÍLA-ANGOLA.

I. Francisco¹, M. Pinto²

¹Departamento de Ensino e Investigação de Ciências Exactas e Naturais do ISCED-Huíla, Secção de Física,

² Instituto Universitário Sudamericano.IUSUR,

E-mail de contato: irma.gabriel@isced-huila.edu.ao

99

RESUMO

Este estudo teve como objectivo analisar o grau de integração pedagógica das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no processo de ensino-aprendizagem no Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla (ISCED-Huíla). Para responder ao problema de pesquisa, foram formuladas três questões centrais: a) em que estágio se encontram os docentes do ISCED-Huíla em relação ao perfil ideal do professor universitário na era digital? b) quais fundamentos teóricos sustentam o perfil do mediador no Ensino Superior? c) que elementos estruturais devem compor o perfil do docente capaz de mediar eficazmente com o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação?

A investigação adoptou uma abordagem qualitativa, envolvendo 122 estudantes do 4º ano dos cursos de Física, Química, Informática Educativa e Matemática (ano lectivo de 2016), dos quais 43 foram seleccionados aleatoriamente, além de 18 docentes do departamento de Ciências Exactas, de um total de 34. Os instrumentos de recolha de dados incluíram questionários, observação, entrevistas, análise documental e georreferenciaram da instituição.

Os resultados revelaram que a utilização pedagógica de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ISCED-Huíla proporciona aos estudantes oportunidades para avaliar condições de uso das ferramentas digitais, desenvolver habilidades, criatividade e competências práticas, bem como ampliar a intervenção comunitária. Constatou-se ainda que a integração tecnológica contribui para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem universitário, permitindo maior interacção, inovação e eficiência na mediação docente.

Conclui-se que o fortalecimento do perfil docente, aliado à apropriação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, é essencial para uma prática pedagógica mais eficaz e alinhada às exigências contemporâneas do Ensino Superior.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Integração Pedagógica; Aula Universitária; Perfil Docente; Aprendizagem de Estudantes.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the degree of pedagogical integration of Information and Communication Digital Technologies in the teaching-learning process at the Higher Institute of Educational Sciences of Huíla (ISCED-Huíla). To address the research problem, three central questions were formulated: a) at what stage are ISCED-Huíla teachers in relation to the ideal profile of a university professor in the digital era? b) which theoretical foundations support the profile of the mediator in Higher Education? c) what structural elements should make up the profile of a teacher capable of effectively mediating with the use of Information and Communication Digital Technologies? The research adopted a qualitative approach, involving 122 4th-year students from the Physics, Chemistry, Educational Informatics, and Mathematics courses (academic year 2016), of whom 43 were randomly selected, in addition to 18 teachers from the Department of Exact Sciences, out of a total of 34.

The research adopted a qualitative approach, involving 122 fourth-year students from the Physics, Chemistry, Educational Computing, and Mathematics courses (academic year 2016), of whom 43 were randomly selected, in addition to 18 faculty members from the Department of Exact Sciences, out of a total of 34. The data collection instruments included questionnaires, observation, interviews, document analysis, and georeferencing of the institution.

The results revealed that the pedagogical use of Digital Information and Communication Technologies at ISCED-Huíla provides students with opportunities to assess the conditions for using digital tools, develop skills, creativity, and practical competencies, as well as expand community involvement. It was also found that technological integration helps to enrich the university teaching-learning process, allowing greater interaction, innovation, and efficiency in teacher mediation.

It is concluded that strengthening the teaching profile, combined with the appropriation of Digital Information and Communication Technologies, is essential for a more effective pedagogical practice aligned with the contemporary demands of Higher Education.

Keywords: Digital Information and Communication Technologies; Pedagogical Integration; University Class; Teacher Profile; Student Learning.

A INTERPRETAÇÃO DE FENÓMENOS NO ENSINO DA FÍSICA NO 1º CICLO DO ENSINO SECUNDÁRIO

João Pedro Jeremias¹

1 ISCED-Huíla, Departamento de Ciências Exactas, Secção de Física

E-mail de contato: joaopedrojeremias6@gmail.com

RESUMO

A curiosidade constitui o fundamento mais precioso que a humanidade herdou e tem cultivado. O ser humano sempre procurou entender sua origem e o mundo que o cerca, recorrendo à Física para tentar explicar os fenómenos naturais. Este trabalho apresenta uma abordagem sobre o ensino da Física no 1º Ciclo do Ensino Secundário, abordando subtemas fundamentais: a Física, seu objecto de estudo, objectivo e importância; as tarefas da Física no 1º Ciclo; a importância da Física no dia-a-dia; e a relação intrínseca entre Física e Matemática. A Física, derivada do grego *Physis* (Natureza), é a ciência que estuda os fenómenos físicos que ocorrem na Natureza, suas causas e as leis que os regem. O seu objectivo consiste em descobrir regularidades e leis dos fenómenos naturais e utilizá-los para o benefício da Humanidade. No contexto educacional do 1º Ciclo, as principais tarefas incluem: transmitir conhecimentos físicos sistemáticos e actualizados ligados à vida e à produção; desenvolver faculdades intelectuais e capacidade cognitiva independente e criativa; contribuir na educação ideológica; e habilitar os alunos com regras de segurança laboratorial. A Física permeia praticamente todos os campos da actividade humana, desde a geração de energia, transportes e indústria, até telecomunicações, agricultura e medicina. A relação com a Matemática é fundamental, pois esta fornece a linguagem universal para descrição das leis físicas. O ensino da Física deve ser centrado no aluno, focado em aprendizagem significativa, fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, despertar a experimentação e ter o professor como mediador principal do processo de ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

Curiosity constitutes the most precious foundation that humanity has inherited and cultivated. Human beings have always sought to understand their origin and the surrounding world, resorting to Physics to explain natural phenomena. This work presents an approach to Physics teaching in the First Cycle of Secondary Education, addressing fundamental subtopics: Physics, its object of study, objective and importance; the tasks of Physics in the First Cycle; the importance of Physics in daily life; and the intrinsic relationship between Physics and Mathematics. Physics, derived from the Greek *Physis* (Nature), is the science that studies physical phenomena occurring in Nature, their causes and the laws that govern them. Its objective is to discover regularities and laws of natural phenomena and use them for the benefit of Humanity. In the educational context of the First Cycle, the main tasks include: transmitting systematic and updated physical knowledge linked to life and production; developing intellectual faculties and independent creative cognitive capacity; contributing to ideological education; and qualifying students with laboratory safety rules. Physics

permeates practically all fields of human activity, from energy generation, transport and industry, to telecommunications, agriculture and medicine. The relationship with Mathematics is fundamental, as it provides the universal language for describing physical laws. Physics teaching should be student-centered, focused on meaningful learning, make use of information and communication technologies, awaken experimentation and have the teacher as the main mediator of the teaching-learning process.

A VOZ DOS PROFESSORES DE FÍSICA NAS TELE-RADIO AULAS PARA O ENSINO SECUNDÁRIO

M. Breganha¹, C. Gabriel², E. Cavaleca³, E Hebo⁴, L Pedro¹

¹ Instituto de Avaliação e Desenvolvimento da Educação, Angola

² Ensino da Física Segundo Ciclo do Ensino Secundário, Angola

³ Ensino da Física no Magistério Primário, Angola

⁴ Ensino da Física no Ensino Secundário, Angola

RESUMO

O trabalho apresenta as experiências vivenciadas pelos professores das Tele-radio aulas no processo do ensino da Física, que teve um início sublime, com o surgimento da COVID-19. Ao nível educativo houve a necessidade de se desenvolver mecanismos que levassem os alunos a atingir as metas curriculares estabelecidas pelo governo da República de Angola (RA) em particular pelo Ministério da Educação (MED), eventualmente com reorientações que a situação requeria. Houve, a necessidade de começar uma nova etapa, em moldes diferentes com professores que se dispunham e apresentavam aptidões para o efeito. Estes, eram submetidos a uma prova com conteúdos essenciais e relevantes para o ensino da Física e posteriormente um teste diante das camaras da televisão e microfones para a locução na rádio. Devido a sua pertinência, sugere-se que o MED, desenvolva políticas educativas no sentido das Tele-aulas abranger toda a população com ou sem recursos para que, em zonas em que os professores apresentem dificuldades em partilhar determinados conhecimentos com os seus alunos, possam ultrapassá-los com a ajuda da Teleaula. O resultado do questionário aplicado, aponta para a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e formação docente, além de indicar que os aprendizados adquiridos nesse período podem servir de base para a consolidação de modelos híbridos de ensino.

Pretende-se com este trabalho ouvir as vozes dos professores de física nas Tele-rádios aulas quanto ao posicionamento, a ministração e o contributo para o ensino da física em Angola.

ABSTRACT

The paper presents the experiences of teachers in Tele-radio classes in the process of teaching Physics, which began in a remarkable way with the emergence of COVID-19. At the educational level, it became necessary to develop mechanisms that would help students achieve the curricular goals established by the government of the Republic of Angola (RA), particularly by the Ministry of Education (MED), with adjustments as required by the situation.

It was necessary to start a new phase, in a different format, with teachers who were willing and had the skills for the task. They were subjected to a test covering essential and relevant content for teaching Physics, and later a test in front of television cameras and microphones for radio broadcasting. Due to its relevance, it is suggested that the MED develop educational policies so that Tele-classes can reach the entire population, with or without resources, so that in areas where teachers acquire present difficulties in sharing certain knowledge with their students, can overcome them with the help of Teleaula. The results of the applied questionnaire point to the need for investments in technological infrastructure and teacher training, as well as indicating that the

learning acquired during this period can serve as a basis for the consolidation of hybrid teaching models. This work aims to hear the voices of physics teachers in Tele-radio classes regarding their positioning, teaching, and contribution to physics education in Angola.

OS SEMICONDUTORES E SUA RELEVÂNCIA TÉCNICA PARA A ELECTRÓNICA

Miguel Mateus Sassendje¹

¹ Escola de Magistério Secundário nº135, Comandante Liberdade - Lubango

E-mail de contato: sassendje@gmail.com

105

RESUMO

Os semicondutores têm despertado interesse não apenas na concorrência comercial entre os principais actores económicos do mercado tecnológico, mas que também já se consubstanciam em uma importante carta na manga no âmbito das disputas pelo domínio geopolítico, económico e militar, entre os poderes que procuram obter hegemonia geoestratégica global. Esta importância cada vez maior, não deixa de chamar a atenção da comunidade científica para o aprofundamento do seu estudo e optimização dos sistemas eléctricos e electrónicos com vista a melhores realizações. O artigo aborda a relevância técnica dos materiais semicondutores para a Electrónica, enquanto principal área do saber entre as ciências Físicas e demais, que corroboram no desenvolvimento científico e tecnológico, com vista a uma maior aposta no estudo e produção desses importantes materiais. Sendo a Electrónica a ciência que se ocupa do estudo do comportamento dos dispositivos, circuitos e sistemas electrónicos e considerando que os materiais semicondutores representam a sua principal estrutura, o estudo aprofundado desses materiais releva para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A pesquisa procura fazer um estudo comparado da condutividade dos diferentes materiais sólidos com base na teoria das bandas, verificando-se que os semicondutores se destacam por sua flexibilidade quanto a condutividade. A metodologia consistiu na revisão bibliográfica de vários autores que se debruçaram sobre o tema e os resultados, discutidos a partir das obras de Erick De Oliveira Feitosa (2021), E. S. Correia; J. M. Dantas; J. E. Andrade (2017), Geicilene Katrine de Paiva Soares (2009) e E. G. Villena (2010) evidenciam as vantagens comparativas dos semicondutores para a indústria electrónica, em relação a outros materiais.

ABSTRACT

Semiconductors have aroused interest not only in commercial competition among the main economic actors in the technology market but have also become an important asset in the context of disputes for geopolitical, economic and military dominance among powers seeking to obtain global geostrategic hegemony. This increasing importance inevitably draws the attention of the scientific community to the need for in-depth study and optimization of electrical and electronic systems, aiming for better results. This article addresses the technical relevance of semiconductor materials for Electronics, as a major area of knowledge among the Physical and other sciences that contribute to scientific and technological development, with a view to a greater focus on the study and production of these important materials. Since Electronics is the science that studies the behavior of electronic devices, circuits, and systems, and considering that semiconductor materials

represent its main structure, the in-depth study of these materials is relevant to the development of science and technology. The research seeks to conduct a comparative study of the conductivity of different solid materials based on band theory, verifying that semiconductors stand out for their flexibility regarding conductivity. The methodology consisted of a bibliographic review of several authors who have addressed the topic, and the results are discussed based on the works of Erick De Oliveira Feitosa (2021), E. S. Correia; J. M. Dantas; J. E. Andrade (2017), Geicilene Katrine de Paiva Soares (2009), and E. G. Villena (2010) highlight the comparative advantages of semiconductors for the electronics industry, in relation to other materials

EXPERIÊNCIA REMOTA MANUFACTURADA ADITIVAMENTE PARA DETERMINAR O CAMPO ELETROMAGNÉTICO DE BAIXA FREQUÊNCIA CRIADO POR DUAS CORRENTES ANTI-PARALELAS

**Pedro Monteiro¹, Gonçalo Gomes¹, Francisco Laranjo¹, Luís Afonso²,
Ângela Costa⁴, Rui Almeida⁵, Horácio Fernandes^{1,3}**

¹ Instituto Superior Técnico, ULisboa, Portugal

² Sociedade Portuguesa de Física, Portugal

³ Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, ULisboa, Portugal

⁴ Escola Secundária Sebastião e Silva, Oeiras, Portugal

⁵ Agrupamento de Escolas de Lordelo

E-mail de contacto: hf@ipfn.tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

Os campos eletromagnéticos de baixa frequência, frequentemente associados a frequências extremamente baixas (3 Hz a 30 kHz) tais como os de 50/60 Hz da rede elétrica, apresentam desafios significativos na sua deteção e impacto societal, principalmente no contexto da saúde ocupacional e pública, onde a dificuldade em estabelecer relações causais diretas cria desafios na comunicação de risco para a população em geral.

Neste trabalho é apresentada uma experiência para medir o campo magnético gerado por uma espira retangular, em modo AC (corrente alternada). Na construção da experiência foram usadas principalmente peças fabricadas através de manufatura aditiva, podendo a experiência ser produzida com recurso a uma impressora 3D e materiais correntes ou obtidos *off-the-shelf*. Os modelos são publicados numa perspetiva de hardware aberto e disponibilizados conteúdos com vista ao seu controlo remoto baseado no *Framework for Remote Experiments in Education* (FREE) [1].

O objetivo central da experiência[2] incide no estudo dos campos eletromagnéticos de baixa frequência criados por exemplo pelas linhas de transmissão de energia elétrica e o modo como estes se propagam no espaço e no tempo. Com efeito, a escolha de uma espira retangular com uma razão de aspecto elevadíssima permite simular dois cabos paralelos de transporte de energia e entender o cancelamento do campo a longas distâncias devido à corrente antiparalela de retorno.

A automação, a aquisição de dados e a transmissão de vídeo da experiência são realizados por um Raspberry pi e um sensor magnético de baixo custo, escolhidos para maximizar a acessibilidade e mantendo o custo baixo.

Esta experiência [3] permite medir com precisão o vetor do campo magnéticos ao longo de um eixo e em função do tempo, bem como o seu decaimento no espaço.

A construção da experiência requer dos alunos conhecimentos básicos em vários domínios científicos, como a eletrónica, programação, física (eletromagnetismo) e manufatura aditiva.

Estes laboratórios remotos reais podem ser utilizados em cursos online, integrados em vários tipos de plataformas digitais através da interoperabilidade entre ferramentas de aprendizagem (LTI) como o MOODLE e o open edX.

REFERÊNCIAS

[1] P. Kuriscák, P. Rossa, H. Fernandes and J. N. Silva, "Design and implementation of a Framework for remote experiments in education," 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), Panama, Panama, 2022, pp. 258-265, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00046.)

[2] Acesso 9/5/2026:

https://www.elab.tecnico.ulisboa.pt/wiki/index.php?title=Mag_3D_experimental_apparatus

[2] Acesso 9/5/2026:

https://www.elab.tecnico.ulisboa.pt/wiki/index.php?title=Campo_de_indu%C3%A7%C3%A3o_magn%C3%A9tica_criado_por_2_condutores

FOTÓNICA QUÂNTICA— A EXPERIÊNCIA DE DIRAC COM POLARIZADORES @ELAB

Pedro Monteiro¹, E. Zambrini Cruzeiro^{1,3}, João Nuno O. Silva^{1,4}, H. Fernandes,^{1,2}

¹ Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

² Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa, Portugal

³ Instituto de Telecomunicações, Lisboa, Portugal

⁴ INESC-IDs, Lisboa, Portugal

E-mail de contacto: hf@ipfn.tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

No seu livro de 1931 [1], Dirac introduziu o princípio da superposição quântica para explicar a experiência de Malus recorrendo ao princípio da sobreposição quântica de estados e usando para tal três polarizadores e o seu efeito sobre os fótons.

Esta experiência mental pode ser alargada a n polarizadores, conduzindo a uma melhor compreensão do princípio da superposição de estados quânticos.

Nesta comunicação discutimos e demonstramos o princípio da superposição dos estados na mecânica quântica utilizando um laboratório controlado remotamente, o elab [2], equipado com até cinco polarizadores e podendo ser construída por qualquer um [3].

Para 1 a 5 polarizadores em cascata, podemos obter resultados semelhantes aos esperados a partir da interpretação teórica de fótons únicos transmitidos através de vários polarizadores. Esta generalização da experiência de Dirac pode inclusive ser “jogada” – afinal a física quântica tem a sua aleatoriedade – com dados e um tabuleiro [4].

Vale a pena mencionar que a teoria do fóton único e a polarização da luz são hoje a essência das comunicações quânticas e a base da maioria das experiências de fotónica quântica.

REFERÊNCIAS

[1] The principles of quantum mechanics, P. A. M. Dirac, Oxford University Press, 1947

[2] P. Kuriscák, P. Rossa, H. Fernandes and J. N. Silva, “Design and implementation of a Framework for remote experiments in education,” 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), Panama, Panama, 2022, pp. 258-265, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00046.)

[3] https://www.elab.tecnico.ulisboa.pt/wiki/index.php?title=Multiple_polarizers_experiment_al_apparatus, consultado a 8/5/2026

[4] Horácio Fernandes, Marisa Correia, Emmanuel Zambrini Cruzeiro, Ângela Costa, “Deus joga dados! Fotónica e polarização quântica para todos”, Gazeta de Física, Dez. 2025

A FÍSICA INCORPORADA NOS ARTEFATOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS

Thiago Augusto M Toniolo¹, Nilson Marcos Dias Garcia²

¹Professor do Quadro Próprio do Magistério Paranaense.

²Universidade Federal de Paraná (UFPR).

E-mail de contato: ro.thiagom@gmail.com

110

RESUMO

Aprender criticamente as IAs impõe-nos um aprendizado humano profundo (*Human Deep Learning*) que permita entender como elas aprendem (*Machine Learning*)[1]. No campo do ensino de Física, este aprendizado pede uma visão dialética sobre os artefatos e processos tecnológicos, fundada em uma concepção concreta de criticidade. Visando aprofundar teoricamente estas questões, o objetivo deste artigo consistiu em reunir e analisar contribuições de pensadores(as) para pensar o problema do uso da IA no âmbito do Ensino de Física. Para tanto, realizou-se uma revisão de literatura de caráter exploratório e qualitativo, que usou como fontes de informação sistemas digitais, cadeias intertextuais e especialistas humanos. *Chatbots* como o Chat GPT-4 e o Deepseek-R1 foram usados como ferramentas para a produção deste texto, sendo utilizados para assistência dialógica na criação teórica, revisão ortográfica e normalização. A leitura seletiva dos textos encontrados coletou categorias como maravilhamento, reificação, colonialismo digital, alienação técnica, dataísmo, autonomia tecnológica, pedagogia *hacker*, conhecimento livre, tecnodiversidade e controle social da tecnociência [2]. Em síntese interpretativa subsequente se detectou que para a apropriação crítica das IAs, faz-se necessário propiciar aos educandos instrumentos cognitivos que possibilitem descriptografar a concreticidade dos artefatos, reconhecendo sua materialidade, historicidade, contradições e relações com o todo social, tarefa em que a escola básica e a educação científica podem exercer papel fundamental. Desse modo, se propõe partir dos artefatos de IA como elementos sincréticos para identificar elementos de Ciência Física incorporados em seu ciclo de vida – pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte –, na entropia de seus contextos sociais. Salientaram-se, nas interações entre Ciência Física e Tecnologias de Computação em IA, os processos de extração e pré-processamento de minerais críticos e terras raras, a física do silício e semicondutores, a Óptica e técnicas de fotolitografia, a Eletrologia dos transistores, assim como questões relativas ao custo energético e aos limites termodinâmicos para o processamento de dados e suas implicações socioambientais, além do lixo eletrônico. As temáticas e questões sociocientíficas levantadas revelaram potenciais para o desenvolvimento de atividades pedagógicas crítico-emancipatórias no Ensino de Física, bem como para a promoção da justiça socioambiental, da economia circular e de uma autonomia tecnológica edificada sobre princípios de acesso democrático, transparência de dados e equilíbrio ecossocial.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Física, Educação Básica, Filosofia e Sociologia da Tecnologia.

[1] MOREIRA TONIOLO, T. A.; GARCIA, N. M. D. Aprendizado de gente e aprendizado de máquina: notas dialéticas para a apropriação crítica de artefatos de IA na educação. In: VI Fenda Dixital, 2025.

[2] PINTO, A. V. O conceito de tecnologia. Volume I. Contraponto, 2005.

[3] VALADARES, E. D.; CHAVES, A.; ALVES, E. G. Aplicações da física quântica: do transistor à nanotecnologia. Livraria da Física, 2005.

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA

T. Robalo¹

¹ Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

E-mail de contato: ntrobalo@ciencias.ulisboa.pt

RESUMO

A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (CIÊNCIAS) é uma instituição de referência no ensino das ciências em Portugal e integra a Universidade de Lisboa, a maior instituição de ensino superior público do país.

Localizada num campus aberto e plenamente integrado na cidade de Lisboa, a Faculdade forma cientistas e engenheiros há mais de um século, oferecendo aos estudantes internacionais um ambiente académico acolhedor, multicultural e intelectualmente estimulante. A sua oferta formativa abrange cursos nas áreas de ciências fundamentais, ciências aplicadas e engenharias, distribuídos pelos três ciclos de estudo (licenciatura, mestrado e doutoramento).

O ensino e a investigação desenvolvem-se de forma estreitamente articulada, proporcionando aos estudantes frequentes oportunidades de participação em projetos de investigação ao longo do seu percurso académico. Os cursos são concebidos para promover o desenvolvimento académico, humano e profissional, incentivando a realização de estágios, a colaboração interdisciplinar e a integração em redes de investigação e inovação. A oferta formativa integra conteúdos e atividades relacionadas com a sustentabilidade, refletindo os desafios científicos e sociais contemporâneos.

A internacionalização é uma dimensão estratégica da Faculdade. CIÊNCIAS mantém acordos de cooperação com instituições de ensino superior e centros de investigação em dezenas de países, acolhendo estudantes internacionais e possibilitando períodos de mobilidade académica. Adicionalmente, em função do país de origem, poderão existir acordos ou parcerias entre governos que facilitem a vinda de estudantes internacionais, nomeadamente através de programas de cooperação, bolsas de estudo ou regimes especiais de acesso.

ABSTRACT

The Faculty of Sciences of the University of Lisbon (CIÊNCIAS) is a leading institution in science education in Portugal and is part of the University of Lisbon, the largest public higher education institution in the country.

Located on an open campus that is fully integrated into the city of Lisbon, the Faculty has been training scientists and engineers for over a century, offering international students a welcoming, multicultural, and intellectually stimulating academic environment. Its educational offering covers courses in the areas of fundamental sciences, applied sciences, and engineering, spread across three levels of study (bachelor's, master's, and doctorate).

Teaching and research are closely linked, providing students with frequent opportunities to participate in research projects throughout their academic career. Courses are designed to promote academic, human, and professional development, encouraging internships, interdisciplinary

collaboration, and integration into research and innovation networks. The courses include content and activities related to sustainability, reflecting contemporary scientific and social challenges. Internationalisation is a strategic dimension of the Faculty. CIÊNCIAS has cooperation agreements with higher education institutions and research centres in dozens of countries, welcoming international students and enabling periods of academic mobility. In addition, depending on the country of origin, there may be agreements or partnerships between governments that facilitate the arrival of international students, namely through cooperation programmes, scholarships, or special access schemes.

MONITORIZAÇÃO EM TEMPO REAL DO GÁS TORÃO (Rn-220) EM AMBIENTES DE EXPLORAÇÃO MINEIRA: IMPLICAÇÕES PARA A FÍSICA NUCLEAR E POTENCIAL ENERGÉTICO

Yoenls Prata Alicerces Bahu^{1,3}, Margarida Contreiras da Conceição Sebastião da Cruz², Kamati João Quima²

¹ Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Instituto Politécnico da Huíla, Departamentos de Geologia e Minas, Mecânica e Engenharia Civil

² Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Instituto Politécnico da Huíla, Departamento de Geologia e Minas

³ Membro da equipa de investigação do Laboratório de Exposição à Radiação (UBI/LabExpoRad)

E-mail de contacto: (yoenlsbahu@isph.umn.edu.ao)

RESUMO

A presença de gases radioactivos em ambientes de exploração mineira constitui um factor de relevância tanto para a segurança radiológica quanto para a investigação aplicada em Física Nuclear. Entre estes gases destaca-se o torão (Rn-220), um isótopo do radão pertencente à cadeia de decaimento do tório, caracterizado por uma meia-vida extremamente curta, de aproximadamente 55 segundos, o que lhe confere propriedades singulares do ponto de vista físico e experimental.

Este trabalho apresenta uma demonstração experimental de monitorização em tempo real do gás torão (Rn-220), desenvolvida com estudantes do curso de Engenharia de Minas da Universidade Mandume Ya Ndemufayo, no contexto de uma exposição de projectos científicos. A actividade experimental recorreu ao detector **Radon Eye**, um sistema portátil de elevada sensibilidade capaz de detectar variações rápidas nas concentrações de gases radioactivos, permitindo a observação directa do comportamento temporal do Rn-220 em função da sua curta meia-vida.

Para além da componente de monitorização ambiental, a experiência assume um carácter didáctico relevante, contribuindo para a compreensão dos processos de decaimento nuclear, da emissão de radiação ionizante e da libertação de energia associada a estes fenómenos. O estudo enquadra ainda a discussão sobre o tório como potencial combustível nuclear alternativo, uma vez que o Rn-220 pode ser utilizado como indicador de actividade nuclear em materiais ricos neste elemento. Embora a curta meia-vida do torão inviabilize qualquer forma de aproveitamento energético directo, a sua detecção é fundamental para estudos exploratórios relacionados com ciclos de combustível nuclear baseados no tório e para a avaliação de ambientes geológicos com interesse energético.

Os resultados obtidos demonstram a adequação do detector Radon Eye como ferramenta experimental e pedagógica para a análise em tempo real de fenómenos nucleares naturais. O trabalho reforça a interligação entre Física Nuclear, Geociências e Engenharia Mineira, destacando o contributo da Física para a formação técnica, a inovação científica e a reflexão crítica sobre fontes alternativas de energia nuclear de menor impacto ambiental, no âmbito do desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The presence of radioactive gases in mining environments represents an important factor for both radiological safety and applied research in Nuclear Physics. Among these gases, thoron (Rn-220) stands out as an isotope of radon belonging to the thorium decay series, characterized by an extremely short half-life of approximately 55 seconds, which gives it unique physical and experimental properties.

This work presents an experimental demonstration of real-time monitoring of thoron gas (Rn-220), developed with students from the Mining Engineering program at Mandume Ya Ndemufayo University, within the framework of a scientific project exhibition. The experimental activity employed the **Radon Eye** detector, a high-sensitivity portable system capable of detecting rapid variations in radioactive gas concentrations, allowing direct observation of the temporal behavior of Rn-220 in accordance with its short half-life.

In addition to environmental monitoring, the experiment plays a significant educational role by supporting the understanding of nuclear decay processes, ionizing radiation emission, and the associated energy release. The study also provides a contextual discussion on thorium as a potential alternative nuclear fuel, since Rn-220 can be used as an indicator of nuclear activity in thorium-rich materials. Although the short half-life of thoron prevents any direct energy utilization, its detection is essential for exploratory studies related to thorium-based nuclear fuel cycles and for the assessment of geological environments with potential energy interest.

The results demonstrate the suitability of the Radon Eye detector as an experimental and educational tool for real-time analysis of natural nuclear phenomena. This work strengthens the connection between Nuclear Physics, Geosciences, and Mining Engineering, highlighting the contribution of Physics to technical education, scientific innovation, and critical reflection on alternative nuclear energy sources with reduced environmental impact in the context of sustainable development.

REFERÊNCIAS

- [1] **Bahu, Yoenls**; Kessongo, Joaquim; Peralta, Luis; Soares, Sandra. Exposure to radon in buildings in the municipality of Lubango, Angola, during winter months. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2021.
- [2] Soares, Sandra; **Bahu, Yoenls**; Kessongo, Joaquim; Peralta, Luis. *Comparison of Radon Mass Exhalation Rate Measurements from Building Materials by two Different Methods*. *Radiation Protection Dosimetry*, 2020.
- [3] Kessongo, Joaquim; **Bahu, Yoenls**; Inácio, Margarida; Almeida, Pedro; Peralta, Luis; Soares, Sandra. *Radon Concentration Potential in Bibala Municipality Water: Consequences for Public Consumption*. 2019.

PROGRAMA DAS AÇÕES DE FORMAÇÃO

3^afeira, 16 de junho			
08h00 -09:15	Master Class: Física de partículas Coordenação: Pedro Abreu Componente Teórica		elab Coordenação: Horácio Fernandes c/ Pedro Monteiro Componente Teórica-Prática
09h15 - 09h30	Intervalo		
09h30 - 11h30	Master Class: Física de partículas Coordenação: Pedro Abreu Componente Prática		elab Coordenação: Horácio Fernandes c/ Pedro Monteiro Componente Teórica-Prática
11h30 - 13h30	Almoço		
13h30 - 15h30	Constante de Planck Coordenação: Conceição Abreu e Tiago Robalo c/ Joaquim Kessongo, Yoenis Prata	Missão sismos e ondas sísmicas – aprender fazendo Coordenação: Graça Silveira c/ Osório Cavacundo	Experiências de Eletromagnetismo na sala de aula Coordenação: António Casaca
15h30 - 16h00	Intervalo		
16h00 - 18h00	Experiências de Eletromagnetismo na sala de aula Coordenação: António Casaca	Constante de Planck Coordenação: Conceição Abreu e Tiago Robalo c/ Joaquim Kessongo, Yoenis Prata	Missão sismos e ondas sísmicas – aprender fazendo Coordenação: Graça Silveira c/ Osório Cavacundo
18h00 - 18h30	Intervalo		
18h30 - 20h30	Master Class: Prototerapia Coordenação: Pedro Abreu		

AÇÕES DE FORMAÇÃO

MASTER CLASS: FÍSICA DE PARTÍCULAS

Pedro Abreu^{1,2}

¹ Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Portugal

² Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

RESUMO

Descobre os segredos da matéria e as últimas descobertas na física de partículas.

Uma experiência única para levar ciência de ponta à sala de aula!

Na parte teórica introduziremos o modelo padrão e a atividade de análise de dados reais recolhidos pela experiência ATLAS em LHC no CERN, que iremos realizar na parte prática.

elab

Horácio Fernandes¹ e Pedro Monteiro¹

¹ Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Email de contacto: hff@ipfn.tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

Os Laboratórios Controlados Remotamente permitem aceder a experiências reais e distribuídas globalmente pelo globo, permitindo não só realizar experiências de elevada perigosidade ou de acesso limitado, quer pelo seu preço quer pela segurança, mas igualmente as que necessitem dessa globalidade (por exemplo o mapeamento da gravidade [2] ou do campo magnético terrestre) . O elab [3] é, dessa forma, uma plataforma de ensino assistido por computador através do uso da Internet. Foi desenvolvido com o intuito de ser uma ferramenta de *blended learning*, ou seja, complementar o “ensino eletrónico” (*e-learning*) para aulas de ensino laboratorial.

Uma vez que está forçosamente equipado com sistemas de aquisição de dados, permitindo compilar um elevado número de dados experimentais, o foco desta ação de formação passa igualmente pela análise numérica e estatística desses dados.

Neste contexto, a presente oficina visa introduzir o elab e fornecer algumas estratégias didáticas que permitam melhorar a sua exploração.

Pretende-se que os docentes envolvidos, no final do workshop (i) adquiram uma visão das potencialidades dos laboratórios remotos, (ii) tenham conhecimento das experiências disponíveis para o ensino, (iii) utilizem e compreendam estratégias de ajustes de funções matemáticas aos dados e (iv) obtenham uma visão global da sua concepção e do seu funcionamento.

Referências

[1] Horácio Fernandes, Sérgio Leal, João Paulo Leal, “e-lab: o laboratório online”, Gazeta de Física, Volume 33, 2010

[2] Horácio Fernandes, “Pêndulo Mundial”, Gazeta de Física, Volume 36, 2013

[3] www.elab.tecnico.ulisboa.pt ou <http://www.elab.tecnico.ulisboa.pt>, acedidos a 10 Maio de 2026

A MEDIÇÃO DA CONSTANTE DE PLANCK h

M^a C Abreu¹, Y P Bahu², J Kessongo³, T Robalo⁴

¹ Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Portugal

² Instituto Politecnico da Huila, Universidade Mandume Ya Ndemufayo, Lubango, Angola

³ ISCED, Lubango, Angola

⁴ Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

E-mail de contacto: ntrobalo@fc.ul.pt

120

RESUMO

Foi Max Planck, em 1901 na sua teoria dos quanta em que procurava resolver o problema da distribuição de energia do corpo negro, evitando a chamada catástrofe do ultravioleta que propôs a constante h . Na sua teoria do efeito fotoelétrico Einstein estabelece uma relação de proporcionalidade entre a energia E do fóton e a sua frequência f de acordo com $E=hf$. Na atividade experimental proposta são utilizados LED coloridos na determinação de h e mais alguns componentes e instrumentos que se encontram em qualquer laboratório de física. A fundamentação do método baseia-se no facto da tensão de ativação V_D de um LED (i.e. a tensão para a qual o LED começa a emitir luz) ser aproximadamente dada por $V_D = hf/e - W/e$, sendo e a carga elementar e W uma energia fornecida pela rede cristalina do semiconductor. Esta equação é análoga à que se obtém quando a constante h é medida a partir do efeito fotoelétrico, mas a sua origem e significado físicos são diferentes. A deteção da luz emitida pelo LED é feita com um fototransistor, dispositivo que também tem na base da explicação do seu funcionamento, efeitos quânticos. Na oficina é utilizado um conjunto de LEDs de várias frequências deste a região do visível até ao infravermelho e ultravioleta sendo possível com o dispositivo apresentado determinar a ordem de grandeza de h com aproximação às unidades ($\sim 6 \times 10^{-34}$ Js).

ABSTRACT

It was Max Planck, in 1901 in his quantum theory, who sought to solve the problem of the energy distribution of the black body, avoiding the so-called ultraviolet catastrophe, who proposed the constant h . In his theory of the photoelectric effect, Einstein established a proportional relationship between the energy E of the photon and its frequency f according to $E=hf$. In the proposed experimental activity, colored LEDs are used to determine h , along with some other components and instruments commonly found in any physics laboratory. The method's basis relies on the fact that the activation voltage V_D of an LED (i.e., the voltage at which the LED begins to emit light) is approximately given by $V_D = hf/e - W/e$, where e is the elementary charge and W is an energy provided by the semiconductor's crystal lattice. This equation is analogous to the one obtained when the constant h is measured from the photoelectric effect, but its physical origin and meaning are different. The detection of the light emitted by the LED is done with a phototransistor, a device whose operation is also fundamentally explained by quantum effects. In the workshop, a set of LEDs of various frequencies is used, ranging from the visible region to the infrared and ultraviolet, and it is possible with the presented device to determine the order of magnitude of h with an approximation to the units ($\sim 6 \times 10^{-34}$ Js).

MISSÃO SISMOS E ONDAS SÍSMICAS

Graça Silveira^{1,2} e Osório Cavacundo^{2,3}

¹ Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

² Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

³ Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

E-mail de contacto: graca.silveira@isel.pt, mdsilveira@ciencias.ulisboa.pt

121

RESUMO

Os sismos constituem uma das catástrofes naturais mais devastadoras, quer pelo elevado número de vítimas humanas, quer pelos significativos danos materiais que podem provocar. Contudo, os sismos desempenham um papel fundamental para o estudo do interior do nosso planeta. Quando ocorre um sismo, a energia libertada propaga-se sob a forma de ondas que atravessam o planeta, sofrendo diferentes processos físicos no seu percurso. A análise do modo como estas ondas se propagam e interagem com os materiais terrestres permite construir modelos físicos da estrutura interna da Terra.

Nas últimas duas décadas, a análise do ruído sísmico ambiente — vibrações persistentes geradas pelos oceanos, pela atmosfera e pela atividade humana, continuamente registadas por sismómetros — ganhou relevância como metodologia para monitorização ambiental. Estas técnicas são aplicadas à monitorização de recursos hídricos, da atividade vulcânica e da estabilidade de estruturas, incluindo escombreyas e áreas suscetíveis a deslizamentos de terra, contribuindo para a mitigação de riscos naturais e antropogénicos.

Esta ação de formação visa proporcionar uma introdução aos princípios físicos associados à geração das ondas sísmicas, abordando a caracterização dos diferentes tipos de ondas e a análise dos respetivos mecanismos de propagação. Serão ainda apresentados exemplos ilustrativos de aplicações da sismologia, com o objetivo de reforçar o papel fundamental da Física na área da Sismologia e das suas muitas aplicações.

Este trabalho é uma contribuição para PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT, DOI:

10.54499/2023.17310.ICDT), sendo também suportado pela FCT, I.P./MCTES (PT) através dos fundos

nacionais (PIDDAC): LA/P/0068/2020 (<https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020>), UID/50019/2025 -

(<https://doi.org/10.54499/UID/50019/2025>), e pela União Europeia – NextGenerationEU através dos projetos

UID/ /PRR/50019/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>) e UID/PRR2/50019/2025

(<https://doi.org/10.54499/UID/PRR2/50019/2025>)

ABSTRACT

Earthquakes are among the most devastating natural disasters, both because of the high number of human casualties and the significant material damage they can cause. However, earthquakes also play a fundamental role to study our planet's interior. When an earthquake occurs, the released energy propagates in the form of waves that travel through the planet, undergoing different physical

processes along their path. The analysis of how these waves propagate and interact with Earth's materials makes it possible to construct physical models of the Earth's internal structure.

In the last two decades, the analysis of seismic ambient noise — a persistent vibration generated by the oceans, atmosphere, and human activity, continuously recorded by seismometers — has gained relevance for environmental monitoring. It is applied to the monitoring of groundwater, volcanic activity, and the stability of structures, including areas susceptible to landslides and tailings, contributing to the mitigation of natural and anthropogenic risks.

This training course aims to provide a foundational overview of the physical principles governing the generation of seismic waves, with particular emphasis on the characterization of the different wave types and the analysis of their respective propagation mechanisms.. Illustrative examples of seismology applications will also be presented, aiming to reinforce the fundamental role of Physics for Seismology studies and its many applications.

This work is a contribution to PT-AQUASEIS (REF: 2023.17310.ICDT DOI: 10.54499/2023.17310.ICDT). It was also supported by FCT, I.P./MCTES (PT) through national funds (PIDDAC): LA/P/0068/2020 (<https://doi.org/10.54499/LA/P/0068/2020>), UID/50019/2025 - (<https://doi.org/10.54499/UID/50019/2025>), and by the European Union – Next Generation EU under projects UID/ /PRR/50019/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR/50019/2025>) and UID/PRR2/50019/2025 (<https://doi.org/10.54499/UID/PRR2/50019/2025>)

EXPERIÊNCIAS DE ELECTROMAGNETISMO NA SALA DE AULA

A. Casaca^{1,2}

¹ Departamento de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959 - 007 Lisboa, Portugal

² Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 1749-016 Lisboa, Portugal

E-mail de contacto: antonio.casaca@isel.pt

123

RESUMO

Nesta formação serão realizadas e analisadas experiências simples que envolvem os campos eléctrico e magnético, e que permitem ilustrar alguns dos conceitos e leis fundamentais do Eletromagnetismo. As experiências podem ser transportadas numa caixa e não requerem uma aula em laboratório. Serão tratados conceitos como o de carga eléctrica e a lei de Coulomb. Serão realizadas experiências que envolvem a geração e visualização do campo magnético gerado por ímãs permanentes ou por correntes eléctricas, e discutida a utilização de forças magnéticas em diferentes aplicações.

Serão igualmente realizadas e analisadas experiências que envolvem a lei da indução eletromagnética de Faraday-Lenz e discutidas as suas variadas aplicações, como geradores ou travões magnéticos.

Agradecimentos: Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa (UID/00618/2025 | CFTC).

ABSTRACT

In this training, simple experiments involving the electric and magnetic fields will be carried out and analysed, experiments which allow us to illustrate some of the fundamental concepts and laws of Electromagnetism. The experiments can be carried in a box and do not require a laboratory. Concepts such as electric charge and Coulomb's law will be treated. Experiments involving the generation and visualization of the magnetic field generated by permanent magnets or electric currents will be carried out, and the use of magnetic forces in different applications will be discussed.

Experiments involving the Faraday-Lenz law of electromagnetic induction will also be carried out and analysed, with its various applications, such as generators or magnetic brakes, being discussed.

Acknowledgments: Centre for Theoretical and Computational Physics of the University of Lisbon (UID/00618/2025 | CFTC).

MASTER CLASS: PROTOTERAPIA

Pedro Abreu^{1,2}

¹ Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Portugal

² Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

RESUMO

Iremos demonstrar as vantagens da prototerapia através de uma atividade lúdica que pode ser realizada em sala de aula.

Depois de uma breve introdução aos conceitos de física por trás do sucesso da prototerapia, recomendada para o tratamento de certos tipos de cancro, faremos uma demonstração de uma masterclass em prototerapia que evidencia este sucesso.

INFORMAÇÕES GERAIS E PROGRAMA SOCIAL

INFORMAÇÕES GERAIS

No Lubango, Huíla (Angola), o mês de junho faz parte da estação seca (cacimbo), e o clima tende a ser mais frio e seco.

Temperaturas médias em junho:

- Temperatura média diária: cerca de 16 – 18 °C em média para o mês.
- Máxima durante o dia: aproximadamente 24–25 °C.
- Mínima à noite: cerca de 8 – 11 °C, podendo descer ainda mais em algumas noites frias.

Em geral, os dias são agradáveis e frescos, com noites mais frias devido à estação seca e à altitude de Lubango.

Os casacos são necessários.

126

PROGRAMA SOCIAL

A **Serra da Leba** é uma icónica formação montanhosa e um dos principais cartões-postais de Angola, localizada entre as províncias da Huíla e do Namibe, perto da cidade do Lubango. É mundialmente famosa pela sua espetacular estrada ziguezagueante com cerca de 20 quilómetros de extensão e 19 curvas vertiginosas, construída na encosta.

Localizado no topo, a quase 2.000 metros de altitude, o miradouro oferece uma vista panorâmica de cortar a respiração sobre a estrada e as impressionantes cordilheiras.

A **Fenda da Tundavala** é um enorme abismo de cerca de 1200 m situado na Serra da Leba, a 18 km da cidade de Lubango. É nos penhascos da Tundavala que termina o Planalto Central de Angola. Aqui o planalto excede 2200 metros de altitude e cai abruptamente para cerca de 1000 metros de altitude, provocando um desnível deslumbrante com fendas colossais na montanha. Daqui se desfruta uma paisagem magnífica que se estende por dezenas de quilómetros.

LISTA DE PARTICIPANTES

Nome	Instituição	País
Adelino Carlos Handa	Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal ABC, Brasil	Angola
Ana Sofia de Sousa	INESC MT/IST, Lisboa	Portugal
Anatoly Vinogradov	Instituto Superior Politécnico Tecnologia e Ciências, Luanda	Rússia
Anselmo Tomás	Universidade Agostinho Neto, Luanda	Angola
Antonio Almeida Bernardo	Dep de Ciências d Terra e do Mar, Univ Namibe	Angola
António C Chiwale		Angola
António Casaca	ISEL, CFTC - UL	Portugal
Arsénio Mindú	Universidade Pedagógica Maputo	Moçambique
Augusto Cabanga		Brasil
Avelina Salomão José		Angola
Belarmino Tavares	Universidade Cabo Verde	Cabo Verde
Carla Dias	Escola Básica/estudante Uni. CV	Cabo Verde
Carlos Ndala Correia	Instituto Politécnico Huíla, CITAB-UTAD	Angola
César Cordeiro Alves	Universidade Agostinho Neto, AREA	Angola
Cruz Silva	Clinica Girassol, Luanda	Angola
Daniel C. Marth	Dep Física ISCED-Huíla	Angola
Débora Menezes	Universidade de Santa Catarina	Brasil

Nome	Instituição	País
Duarte M Esteves	INESC-MN, IPFN, Lisboa	Portugal
Edelísio Paulo Fernandes	Escola de Ciências, Universidade do Minho	Angola
Edson Baptista	LRN-Universidade de Coimbra	Angola
Eduardo Costa Alves	IPFN-UL	Portugal
Fernando M Chivangugula	Universidade Mandume Ya Ndemufayo – Huíla, CITAB - UTAD	Angola
Gabriel Cavela	Dep Letras Modernas, Univ Cuito Cuanavale	Angola
Gabriel Tula		Angola
Gegimma A José	Escola Ciências da Saúde, Univ São Tomé e Príncipe	S. Tomé e Príncipe
Graciella Watanabe		Brasil
Hamuyela Kadandiavite	Complexo Escolar Victória Noelana, Namibe	Angola
Hélder Bahu	ISCED - Huíla	Moçambique
Horácio Fernandes	ITFN, IST, Lisboa	Portugal
Horácio Hernandez Savador		Angola
Irma Conceição Francisco	Dep Ensino e Investigação Ciências Exatas e Natureza, ISCED Huíla	Angola
Joaquim Pedro Kessongo	ISCED - Huíla	Angola
João Manuel Oliveira		Angola

Nome	Instituição	País
João Pedro Jeremias	Dep Ciências Exatas, ISCED-Huíla	Angola
João V Parente Lopes	DFA-UP, LaPMET-Porto	Portugal
Jorge Mayer	DG-ESTSH, AAF	Angola
Jorge Tavares		Cabo Verde
José Tchiananga	Instituto Superior de Ciências Educação. Benguela	Angola
José Wilo António		Angola
Justino V Chipalavela	Dep Ciências Exatas e Natureza, ISCED-Huambo	Angola
Liudmila Vasconcelos	Escola Magistério Secundário Nº 134	Angola
Lucílio Santos Matias	Univ. Eduardo Mondlane, AMFM	Moçambique
Lúcio Carvalho		São Tomé e Príncipe
M ^a Antónia Muangala	Clínica Girassol, Luanda	Angola
M ^a Conceição Abreu	LIP	Portugal
M ^a Graça Breganha	Instituto da Avaliação e Desenvolvimento Educação	Angola
M ^a Graça Silveira	ISEL, IDL-UL	Portugal
M ^a Lina Antunes	Hospital Central Lubango	Angola
Marcílio Santos	Dep Engenharia, ISPTEC - Luanda	Angola
Mário Moreira	ISEL, IDL-UL	Portugal

Nome	Instituição	País
Miguel Cardoso Pedro	INES-MN, IPFN	Portugal
Miguel Mateus Sassendje	Escola Magistério Secundário N° 135	Angola
Narciso Sambembe	Autoridade Reguladora Energia Atómica	Angola
Nelson Pedro	Faculdade Ciências, Universidade de Belgrado	Angola
Nilson Dias Garcia	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Osório Cavacundo	FCUL, IDL	Angola
Ouissal Moumou	ASFAP, Quantinum England	Marrocos
Pascoal Mussuco Napoleão	Universidade Agostinho Neto	Angola
Pedro Ferreira	ISEL; CFTC - UL	Portugal
Pedro Lemos	Autoridade Reguladora Energia Atómica	Angola
Pedro Monteiro	IPFN, IST	Portugal
Pedro Teixeira Abreu	LIP, IST-UL	Portugal
Phinifolo Cambalame	Univ Eduardo Mondlane, CF-Universidade de Coimbra	Moçambique
Rayner Enriquez Camps	Dep Física, Univ Santa Catarina, Florianópolis	Brasil
Rogério Rosenfeld	Instituto Física Teórica, Univ Estadual Paulista	Brasil
Rui Muchaiabande	Universidade do Licungo, Beira	Moçambique
Sampum Nam Sum	Escola Superior Tchico té	Guiné-Bissau

Nome	Instituição	País
Sekazi Mtwinga	LAAAMP, IUPAP C13	USA
Silvina Francisco César		Angola
Sofia Andringa	LIP	Portugal
Sónia Semedo	Universidade de Cabo Verde	Cabo Verde
Sylvio Canuto	Instituto de Física, Univ São Paulo	Brasil
Thiago A Toniolo	Quadro Próprio do Magistério Paranaense	Brasil
Tiago Robalo	Faculdade de Ciências UL	Portugal/Cabo Verde
Valentim C Longuia		Angola
Valério Calenga Sicato		Angola
Vanessa Andrade		Brasil
Waldemiro Walter Jorge		Angola
Yasser Omar	PQI, IST	Portugal
Yoenls Prata Bahu	Universidade Mandume Ya Ndemufayo	Angola

IMPRESA

NOTÍCIA DA ANGOP DE 4 DE MARÇO DE 2026

A 6ª Conferência de Física da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), que Angola acolhe pela 1ª vez, de 17 a 19 de junho, do ano em curso, na cidade do Lubango, província da Huíla, vai fortalecer as redes de investigação, especialmente na formação de físicos dos Estados-membros. O evento a decorrer sob o lema “Física e Inovação Tecnológica para um Futuro Sustentável” é promovido pela União dos Físicos de Países de Língua Portuguesa (UFPLP).

Entrevista dada pela Dr.ª Liudmila Vasconcelos da Comissão Organizadora.

134

NOTÍCIA DA ANGOP DE 28 DE MAIO DE 2026

Lubango - A utilização da Física no diagnóstico e no tratamento do cancro está entre os principais temas agendados na 6ª Conferência de Física da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), que Angola acolhe pela 1ª vez, de 17 a 19 de junho próximo, na Huíla.

Testemunho do Doutor J. Kessongo da Comissão Organizadora.