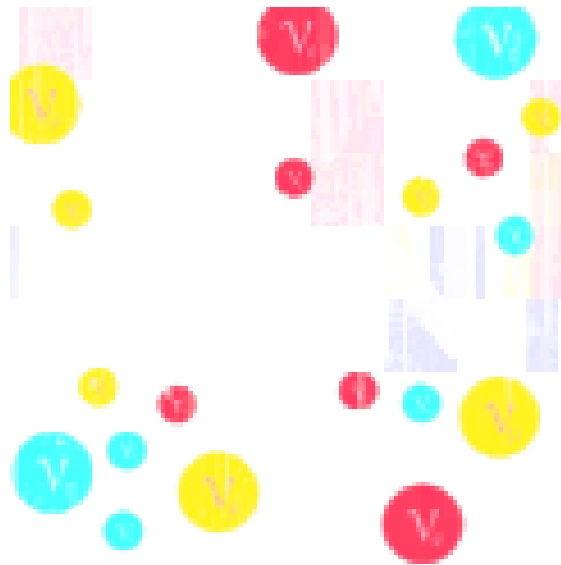


Escola Brasileira de Neutrinos (EBN)

Wednesday 6 August 2025 - Friday 8 August 2025

Curitiba - UTFPR



Book of Abstracts

Contents

Palestra: A radiação cósmica e nós.	1
Palestra: DUNE: o maior experimento de física de neutrinos com argônio líquido	1
Palestra: O Mistério da Natureza do Neutrino: Explorando o $0\nu\beta\beta$ através do experimento LEGEND	1
Credenciamento	2
Abertura	2
Fóto-deteccção	2
Fóto-deteccção	2
Reconstrução	2
Reconstrução	2
Análise	3
Análise	3
Análise	3
Neutrinos as nuclear microscopes: studying short-range nucleon-nucleon correlations in argon nuclei	3
O Estudo da Interação Neutrino-Núcleo Usando o Gás de Fermi e os Modelos de Gás de Fermi Modificados	4
Status of APSAIA Installation in the SBND Experiment	4
Modelagem Tecnológica e Didática de Aceleradores de Partículas	5
Use of Advanced Technologies for Teaching and Popularizing Particle Physics: Experi- ments with the SP5600AN-Premium Version	5
Analysis of neutrino decay in the DUNE experiment	5
From the fog of cloud chambers to the secrets of neutrinos: how physics unlocks the invis- ible	6
Telescópio de Múons com Visualização Tridimensional de Trajetória	6

Sistema de Identificação Automatizada de Partículas em Câmara de Nuvens Utilizando FPGA e IA	7
Estudo da Eficiência do Sistema PoWER para Detecção de Luz em Argônio Líquido no Ex- perimento DUNE	7
FPGA & IA aplicada a detecção de Neutrinos	8
Impact of the Surface Density of ParaTerphenyl Films on the Vacuum Ultra Violet Light Conversion Efficiency	8
Developing a Data Analysis Software for Lab Lepton's VUV Monochromator Setup . . .	9

1

Palestra: A radiação cósmica e nós.

O espaço interestelar não é vazio, e sim pleno de astropartículas, oriundas das mais diversas fontes. Essas partículas mensageiras, denominadas coletivamente de radiação cósmica, bombardeiam a Terra continuamente. Sua detecção nos traz informações sobre os processos astrofísicos que ocorrem na Via Láctea e além. Nessa palestra veremos as características principais da radiação cósmica, algumas de suas fontes já identificadas e as técnicas experimentais para a sua detecção.

2

Palestra: DUNE: o maior experimento de física de neutrinos com argônio líquido

Corresponding Author: segredo@ifi.unicamp.br

Nesta apresentação, vamos explorar o projeto DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment), que é considerado o maior experimento de física de neutrinos com argônio líquido já realizado. O DUNE tem como objetivo principal estudar as propriedades dos neutrinos, partículas fundamentais que estão presentes em todo o universo, mas que são extremamente difíceis de detectar. Utilizando detectores de argônio líquido em um ambiente subterrâneo, o experimento busca entender melhor fenômenos como a oscilação de neutrinos, a assimetria entre matéria e antimateria, e possíveis novas físicas além do Modelo Padrão. Vamos conhecer como esse gigantesco projeto está sendo construído, sua importância para a ciência e o que podemos esperar das descobertas futuras que podem revolucionar nossa compreensão do universo. Destacamos a contribuição brasileira neste experimento no sistema de fotona detecção e na purificação do argônio líquido.

3

Palestra: O Mistério da Natureza do Neutrino: Explorando o $0\nu\beta\beta$ através do experimento LEGEND

Corresponding Author: gabriel.botogoske@studenti.unipd.it

O neutrino é uma das partículas mais enigmáticas do Universo. Diferente da maioria das partículas conhecidas, ele pode ser sua própria antipartícula —uma característica rara compartilhada apenas por poucas partículas fundamentais, como o fóton. Confirmar essa hipótese mudaria nossa compreensão da matéria e das leis da física. O experimento LEGEND busca evidências desse comportamento único através da observação do raro decaimento duplo beta sem emissão de neutrinos ($0\nu\beta\beta$). Detectar esse fenômeno revelaria que os neutrinos são partículas de Majorana e ajudaria a explicar por que o Universo é feito quase totalmente de matéria, e não de antimatéria. Nesta palestra, discutiremos os desafios, as tecnologias de ponta e as promissoras perspectivas desse experimento na busca pelos segredos mais profundos da natureza do neutrino.

4

Credenciamento

Junto ao Miniauditório

5

Abertura

Miniauditório

Fóto-detecção / 6

Fóto-detecção

Corresponding Author: francioli@fnal.gov

Fóto-detecção / 7

Fóto-detecção

Corresponding Author: francioli@fnal.gov

Reconstrução / 8

Reconstrução

Author: Leonardo Peres¹

¹ UFRJ

Corresponding Author: leoperes@if.ufrj.br

Reconstrução / 9

Reconstrução

Author: Leonardo Peres¹

¹ UFRJ

Corresponding Author: leoperes@if.ufrj.br

Análise / 10

Análise

Análise / 11

Análise

Author: Marcelo Ismerio M L de Oliveira¹

¹ UFRJ

Corresponding Author: ismerio@pos.if.ufrj.br

Análise / 12

Análise

Author: Marcelo Ismerio¹

¹ UFRJ

Corresponding Author: ismerio@pos.if.ufrj.br

13

Neutrinos as nuclear microscopes: studying short-range nucleon-nucleon correlations in argon nuclei

Author: Tatiana Clarindo de Melo^{None}

Co-authors: Gustavo Valdivieso¹; Minerba Betancourt²

¹ Unifal

² Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois, USA

Corresponding Author: tatiana.melo@sou.unifal-mg.edu.br

The current generation of neutrino beams and short-baseline detectors has the capability to generate thousands of interactions per day, and these rates should only increase with the next generation. These high rates will allow neutrinos to be used as probes for nuclear physics. In particular, the study of short-range nucleon-nucleon correlations (SRC) was already shown to be feasible on smaller detectors. In large nuclei, nucleons tend to form pairs, particularly protons pairing with neutrons due to their different electric charges but similar behavior under the strong nuclear force. This pairing is energetically favorable because it lowers the total energy of the nucleus. Using a muon neutrino beam, the interaction results in a muon and two protons in the final state, ejected back-to-back, where one of the protons results from a charged-current quasi-elastic interaction (CCQE). Another possibility for the same event topology occurs when a two-body meson-exchange current (MEC) produces one of the emerging protons. LArTPC technology enables easy identification of these

events. In this work, we review the literature for the methodology, latest results, and implications of such studies in preparation for future experiments.

14

O Estudo da Interação Neutrino-Núcleo Usando o Gás de Fermi e os Modelos de Gás de Fermi Modificados

Author: Luiz Felipe Brandão Magalhães Rodrigues¹

Co-author: Gustavo Valdivieso²

¹ *Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)*

² *Unifal-MG (Universidade Federal de Alfenas)*

Corresponding Authors: gustavo.valdivieso@unifal-mg.edu.br, luiz.magalhaes@sou.unifal-mg.edu.br

Este estudo explora o Modelo de Gás Fermi Relativístico (RFG) e o Modelo de Gás Fermi Modificado (MFG), amplamente utilizados para caracterizar interações quase elásticas entre neutrinos e núcleos. O RFG considera os núcleons como um gás de partículas livres dentro do núcleo; no entanto, sua capacidade de explicar correlações nucleares e energias de ligação é limitada. O MFG aprimora o RFG ao integrar ajustes para essas correlações e fornecer uma função espectral mais precisa. Comparações entre esses modelos e dados experimentais são realizadas para aprimorar a compreensão das interações entre neutrinos e a reconstrução de sua energia.

15

Status of APSAIA Installation in the SBND Experiment

Author: Camila Pierobão¹

¹ *UNICAMP*

Corresponding Author: ca.pierobao@gmail.com

The Short-Baseline Near Detector (SBND) is one of three Liquid Argon Time Projection Chamber (LArTPC) neutrino detectors positioned along the axis of the Booster Neutrino Beam (BNB) at Fermilab, as part of the Short-Baseline Neutrino (SBN) Program. Located only 110 m from the BNB target, it will precisely characterize the neutrino flux before oscillations take place. The Photon Detection System in SBND integrates 120 photomultiplier tubes (PMTs) and 192 X-ARAPUCAs, each composed of a dichroic filter window on a highly internally reflective box equipped with silicon photomultipliers (SiPMs), half of which are VUV-sensitive and the other half are visible light sensitive (VIS). In terms of the readout system, 16 X-ARAPUCAs will be read by the APSAIA (Arapuca Power Supply and Input Amplifier) and 96 by the ARARA (Arapuca Analog Readout Amplifier). This presentation will discuss the current status of the APSAIA installation in the SBND experiment.

The APSAIAs, responsible for powering the SiPMs and amplifying their output signals, were installed directly on the flanges of SBNDs cryostat, on the warm side. Each board includes 8 channels, each containing one amplifier and one power supply for the SiPMs. Since each APSAIA ARAPUCA has 2 outputs, each APSAIA is responsible for 4 ARAPUCAs. Serial communication allows the possibility to control the level of the SiPMs bias and the gain of the amplifiers via an RS232 serial port. The output connectors are designed to interface with the CAEN V1730 digitizer, featuring MCX connectors for each channel. The power supply input and serial port share a single RJ connector. The supply voltage for the SiPMs is adjustable remotely from 20V to 60V with a resolution of 100 mV. A microcontroller, connected to an RS232C port, manages operations and has an internal memory that retains and applies the operating conditions at startup.

This setup ensures precise control and reliable operation of the SiPMs, contributing to the overall accuracy and efficiency of the SBNDs photon detection capabilities.

16

Modelagem Tecnológica e Didática de Aceleradores de Partículas

Author: João Gabriel Batista Sígolo¹

Co-authors: Fernando Gardim¹; Luiz Felipe Brandão Magalhães Rodrigues²

¹ *Federal University of Alfenas*

² *Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)*

Corresponding Authors: luiz.magalhaes@sou.unifal-mg.edu.br, joao.sigolo@sou.unifal-mg.edu.br, fernando.gardim@unifal-mg.edu.br

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de dois modelos educacionais fornecidos pelo International Particle Physics Outreach Group (IPPOG) do CERN, com o objetivo de facilitar o ensino de conceitos fundamentais da física de partículas para estudantes do ensino médio e de graduação. Os recursos consistem em um Acelerador Linear (LINAC) e um Experimento de Espalhamento, ambos produzidos com tecnologia de impressão 3D. O LINAC demonstra, de forma prática, como partículas carregadas podem ser aceleradas por campos elétricos oscilantes, replicando os princípios utilizados em diversos aceleradores reais, como os do CERN. O Experimento de Espalhamento ilustra a importância dos experimentos de espalhamento como ferramentas para investigar a estrutura da matéria, inspirado no clássico experimento de Rutherford. Estes recursos proporcionam uma forma interativa e acessível de introduzir estudantes aos princípios da física de partículas, promovendo a compreensão de fenômenos complexos por meio de experiências práticas e envolventes.

18

Use of Advanced Technologies for Teaching and Popularizing Particle Physics: Experiments with the SP5600AN-Premium Version

Author: Mirela Barbosa Alves¹

Co-authors: Ana Amelia Bergamini Machado¹; Ettore Segreto¹

¹ *Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)*

Corresponding Authors: segreto@unicamp.br, aameliabm@gmail.com, m255398@dac.unicamp.br

The SP5600AN –Educational Kit - Premium Version, developed by CAEN, was implemented and characterized as a compact and versatile platform for experimental activities in nuclear and particle physics. The system integrates a SiPM-based detection chain, high-speed waveform digitizers and a set of scintillation detectors optimized for gamma-ray and beta particle spectroscopy, cosmic ray detection, and photon counting applications. Experimental activities included energy calibration and resolution studies with gamma sources and photon statistical distribution studies under low light conditions. The experiments were performed using the HERA acquisition and analysis software, enabling full waveform recording and offline processing. The SP5600AN demonstrated excellent energy resolution for low and medium energy gamma emitters and statistical robustness in single-photon counting experiments. The system's modularity, portability, and reliability validate its suitability for educational training, detector development, and preliminary instrumentation studies in the context of neutrino physics and low-energy particle detection experiments.

19

Analysis of neutrino decay in the DUNE experiment

Author: Davi de Assis Camargos¹

Co-author: Ricardo Avelino Gomes¹

¹ *Instituto de Física, Universidade Federal de Goiás*

Corresponding Author: davideassiscamargos@gmail.com

The discovery of three-flavor neutrino oscillations revealed that these particles have mass. As a consequence, neutrinos may possess finite lifetimes, allowing the investigation of neutrino decay. In this context, the Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), developed by Fermilab (Fermi National Accelerator Laboratory), will employ a neutrino beam directed to a near detector at the laboratory and then to a far detector in South Dakota. The far detector, composed of liquid argon, is capable of detecting neutrinos from the accelerator beam, cosmic rays, and Supernova. Using GLoBES (General Long Baseline Experiment Simulator), we investigate the sensitivity of neutrino oscillations with decay within the DUNE experiment, contributing to the exploration of physics beyond the Standard Model.

20

From the fog of cloud chambers to the secrets of neutrinos: how physics unlocks the invisible

Authors: Tatiana Clarindo de Melo^{None}, Thaís Souza¹

Co-author: Gustavo Valdivieso²

¹ *Universidade Federal de Alfenas*

² *Unifal-MG (Universidade Federal de Alfenas)*

Corresponding Authors: gustavo.valdivieso@unifal-mg.edu.br, thaisouza.silva@sou.unifal-mg.edu.br, tatiana.melo@sou.unifal-mg.edu.br

In the early 20th century, the first visual representations of atomic particles appeared as ghosts in cloud chambers, true “photographs” of electrons and muons crossing space. However, these first detectors had a limitation: they were unable to identify neutral particles, such as neutrinos, which pass through matter almost without interacting, as undetectable spectra.

Over time, technology evolved and researchers discovered indirect ways to record these cosmic messengers. Grand facilities such as Super-Kamiokande in Japan and IceCube, immersed in the ice of Antarctica, began to “observe” neutrinos by tracking the bluish light (Cherenkov radiation) resulting from collisions of these unusual particles with atoms in water or ice.

Currently, the new phase of detectors such as SBND (Short-Baseline Near Detector) and DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment) employs liquid argon and high-accuracy three-dimensional detection systems, revealing neutrinos with unprecedented detail. These experiments not only help us unravel enigmas such as neutrino oscillations and the possibility of the existence of even more elusive versions (the “sterile neutrinos”), but can also provide information about one of the greatest mysteries of the universe: why is the cosmos composed of matter rather than antimatter?

In this study, we present an analysis of the existing literature on the advances that neutrino research is driving in new technologies and how preparations are going for future generations of neutrino detection equipment.

21

Telescópio de Múons com Visualização Tridimensional de Trajetória

Author: João Guilherme Carvalho Roberto¹

Co-author: Gustavo Valdivieso ²

¹ *Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)*

² *Unifal*

Corresponding Author: joaoguilherme.roberto@sou.unifal-mg.edu.br

Múons produzidos por radiação cósmica são gerados na alta atmosfera pela interação de raios cósmicos com núcleos dos gases atmosféricos. Como atingem a superfície terrestre com alta energia, são ideais para experimentos de demonstração didática. Este projeto apresenta a construção de um telescópio de múons composto por dois planos de detecção, separados por uma distância fixa. Cada plano é formado por barras de cintilação plástica dispostas ortogonalmente, permitindo a determinação das coordenadas (x, y) dos eventos. A interseção dos sinais em ambos os planos possibilita a reconstrução da trajetória retilínea de cada múon incidente.

Cada barra é percorrida por uma fibra óptica dopada com um deslocador de comprimento de onda, que coleta a luz cintilada e a conduz até sensores fotônicos do tipo SiPM (Silicon Photomultiplier). Os SiPMs operam como capacitores que descarregam proporcionalmente à quantidade de fótons detectados, permitindo a discriminação clara de diferentes eventos.

A trajetória obtida pode ser representada em tempo real pela matriz cúbica de 16×16×16 LEDs, dispostos em planos horizontais. Cada evento aciona uma sequência de LEDs que reproduz a trajetória espacial retilínea do múon entre os planos de detecção. A estrutura é pensada para operar de forma modular para que a falha de um componente não afete todo o sistema e facilite a manutenção e o reuso didático.

Embora o sistema tenha como objetivo principal a visualização da passagem de múons, o cubo de LEDs também pode ser utilizado para exibições educativas e interativas, simulações de partículas e representações de dados experimentais previamente carregados, oferecendo flexibilidade para aplicações didáticas em diversos níveis de ensino e divulgação científica.

22

Sistema de Identificação Automatizada de Partículas em Câmara de Nuvens Utilizando FPGA e IA

Author: Sabrina Moreira¹

Co-author: Gustavo Valdivieso ¹

¹ *Universidade Federal de Alfenas*

Corresponding Authors: gustavo.valdivieso@unifal-mg.edu.br, sabrina.moreira@sou.unifal-mg.edu.br

Câmaras de nuvens são instrumentos utilizados para o estudo de partículas ionizantes, porém sua análise tradicional requer conhecimento especializado. Este projeto propõe um sistema embarcado em FPGA que integra visão computacional e IA para classificação em tempo real de partículas, combinado com projeção de trajetórias coloridas, utilizando um projetor para colorir dinamicamente as trajetórias conforme a partícula identificada. O objetivo é criar uma ferramenta educacional interativa, alinhada com aplicações em instrumentação científica.

23

Estudo da Eficiência do Sistema PoWER para Detecção de Luz em Argônio Líquido no Experimento DUNE

Author: Isabel Maneira Ribas¹

Co-author: André Fabiano Steklain Lisbôa ²

¹ *UTFPR*

² *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Corresponding Authors: steklain@utfpr.edu.br, isabelmaneiraribas@alunos.utfpr.edu.br

O sistema de fotodetecção PoWER (Polymer Wavelength shifter and Enhanced Reflection) foi desenvolvido como uma alternativa simples, eficiente e de baixo custo para a detecção de luz de cintilação em detectores do experimento DUNE que utilizam argônio líquido. Baseado em materiais deslocadores de comprimento de luz WLS como o Polietileno 2,6-naftalato (PEN) que convertem o comprimento de onda de ultravioleta para a luz visível e em materiais que aumentam a refletividade - ESR. Neste trabalho, proponho continuar os estudos de eficiência do sistema PoWER utilizando uma simulação Geant4, agora variando sistematicamente a posição de uma fonte de partículas alfa no interior do criostato. O objetivo é investigar como a posição da fonte afeta a coleta de luz e a eficiência do sistema, permitindo refinar o entendimento do comportamento do detector em diferentes regiões. Os resultados obtidos poderão orientar o posicionamento ideal dos componentes e ajudar a validar a viabilidade do PoWER como solução para futuras fases do experimento DUNE.

24

FPGA & IA aplicada a detecção de Neutrinos

Author: Rodrigo Lima¹

¹ *Universidade Federal de Alfenas*

Corresponding Author: rodrigo.lima@sou.unifal-mg.edu.br

O promissor campo da implementação de inteligência artificial (IA) em Field-Programmable Gate Arrays (FPGAs) emerge como uma solução crucial para cenários que exigem processamento de alto desempenho, baixa latência e elevada eficiência energética, a exemplo da detecção de neutrinos. Com o contínuo avanço da IA e a crescente demanda por otimização computacional, FPGAs se posicionam como uma plataforma alternativa e intrinsecamente vantajosa em comparação a Unidades de Processamento Gráfico (GPUs) e Circuitos Integrados de Aplicação Específica (ASICs), devido à sua reconfigurabilidade, paralelismo massivo e capacidade de adaptação granular ao hardware para aceleração de algoritmos de deep learning e machine learning.

25

Impact of the Surface Density of ParaTerphenyl Films on the Vacuum Ultra Violet Light Conversion Efficiency

Author: Lucca Pagliuso¹

Co-authors: Ana Amelia Bergamini Machado ²; Ettore Segreto ²

¹ *Unicamp*

² *Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)*

Corresponding Authors: luccalp@ifi.unicamp.br, aameliabm@gmail.com, segreto@unicamp.br

This work investigates the vacuum ultraviolet (VUV) light conversion efficiency of para-Terphenyl (PTP) thin films, focusing on the influence of film thickness and surface characteristics. The PTP films were deposited onto glass substrates or dichroic filters using thermal vacuum evaporation at the Leptons Laboratory of the University of Campinas (UNICAMP). The spatial arrangement of the substrates inside the deposition chamber was designed to produce different surface densities, with substrates closer to the center exhibiting higher mass deposition. Surface density was determined through precise mass measurements before and after deposition.

Conversion efficiency was evaluated using a vacuum monochromator coupled to a deuterium lamp, emitting a broad-spectrum irradiance from 120 to 400 nm. All measurements were normalized to a reference sample. Structural and morphological analyses were also carried out using techniques such as profilometry and optical microscopy. The goal is to understand how film thickness and surface morphology affect the VUV-to-visible light conversion efficiency in PTP films.

26

Developing a Data Analysis Software for Lab Lepton's VUV Monochromator Setup

Author: Theo Basso Pilon¹

Co-authors: Ana Amelia Bergamini Machado ²; Ana Paula Mendonça ³; Ettore Segreto ⁴; Lucca Pagliuso ¹; Mirela Barbosa Alves ²; Roberto Ferreira dos santos ¹

¹ *Unicamp*

² *Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)*

³ *UNICAMP*

⁴ *Universidade Estadual de Campinas*

Corresponding Authors: apam25@gmail.com, luccalp@ifi.unicamp.br, aameliabm@gmail.com, m255398@dac.unicamp.br, t219520@dac.unicamp.br, robertfs@unicamp.br, secreto@ifi.unicamp.br

This work presents the development of a data analysis software aimed at optimizing data acquisition from the VUV Monochromator setup at the Leptons Laboratory, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). The setup is designed to investigate the light conversion efficiency of para-Terphenyl (PTP) as a function of its morphological and structural properties, such as film surface density, roughness, and adhesion. A monochromator directs light from a Deuterium lamp, operating in the vacuum ultraviolet (VUV) range (120–400 nm), onto PTP-coated samples placed inside a vacuum chamber. Measurements are taken relative to a reference sample, allowing for data normalization.

The efficiency of each sample is determined through a chi-squared minimization method, enabling relative comparisons between samples. To streamline this process, a Python-based software tool was developed to automate the analysis workflow using the Tkinter package. In addition to reducing analysis time and ensuring reproducibility across experimental runs, the tool enforces visual uniformity and mathematical consistency, making the process user-independent. The software is currently under development, but a beta version is already functional and available for use.