



XXVI Seminário de Vocação Científica do CBPF

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Livro de Resumos

10 e 11 de julho de 2024

Auditório do 6º andar – CBPF

Ministra da Ciência, Tecnologia e Inovação

Luciana Barbosa de Oliveira Santos

Diretor do CBPF

Márcio Portes de Albuquerque

Responsável pelo PROVOC no CBPF

Sebastião Alves Dias

Secretária

Mônica Ramalho Silveira

Comitê de Vocação Científica do CBPF

Emil de Lima Medeiros

Marcos de Castro Carvalho

Sebastião Alves Dias

Sérgio José Barbosa Duarte

Convidado

Álvaro Luís Martins de Almeida Nogueira – CEFET/RJ



APRESENTAÇÃO

O XXVI Seminário de Vocação Científica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas consiste na apresentação dos resultados dos trabalhos desenvolvidos por estudantes do Ensino Médio de escolas públicas e privadas do estado do Rio de Janeiro com seus orientadores – pesquisadores, tecnologistas, técnicos, doutorandos, mestrandos e colaboradores desta Casa.

O Programa de Vocação Científica (PROVOC) do CBPF, que existe há 27 anos, tem contribuído para despertar e fortalecer a vontade de entender e fazer Ciência entre os jovens, já tendo atendido cerca de 700 alunos ao longo desse tempo. Muitos alunos provenientes do PROVOC seguiram a carreira científica, fazendo graduação, Mestrado e Doutorado. Outros, mesmo tendo ido em outras direções, nunca se esqueceram do que viveram ao longo do ano que passaram no CBPF, como atestam as muitas manifestações de carinho que recebemos ao longo de todo esse tempo de atividade.

O Seminário de Vocação Científica é um momento de análise, reflexão e celebração dos resultados obtidos pelos alunos, após 1 ano de interação com a comunidade do CBPF, que sempre nos traz muita alegria. Sejam todos muito bem-vindos!

Sebastião Alves Dias
Responsável pelo PROVOC-CBPF

10 de julho QUARTA		
HORÁRIO	ALUNO(A) / COLÉGIO	ORIENTADOR(A)
10:00 h	ABERTURA - COORDENADOR COEDU	
10:30 h	Alexandre Riddell Franco / Escola Britânica - Urca	Bernardo Fraga
10:55 h	João Gabriel Lemos de Oliveira Dias / Colégio Pedro II Tijuca	Munique Araújo
11:20 h	Pedro Roberto Barbosa Santos / CP II Niterói e Thiago Moraes Mendes / CP II Engenho Novo	Sebastião Dias
11:45 h	INTERVALO - ALMOÇO	
14:00 h		
14:00 h	Aurora Andrade Mendonça / Colégio Pedro II Humaitá	Noemi Raquel Checca
14:25 h	Bernardo Mattos Lage / CP II Humaitá	Arthur Rebello
14:50 h	Camilla Luize Coelho Vieira / CP II Niterói	Lying Liu Xing / COMAN
15:15 h	Laura de Freitas Almeida / CP II Niterói	Rodrigo Turcati
15:40 h	Andrei de Aragão Aleksandravicius / Colégio Pedro II Centro	Edine Silva dos Santos
16:05 h	Isabel Arnaud Libanio / CAP UFRJ e Nicolas da Silva Furtado de Mendonça / CAP UERJ	José Helayël

11 de julho QUINTA		
HORÁRIO	ALUNO(A) / COLÉGIO	ORIENTADOR(A)
10:00 h	Rebeca Albuquerque de Medeiros / Colégio Pedro II São Cristóvão	Piero Molinari e Nelson Pinto Neto
10:25 h	Elisa Quelhas Condeixa da Costa / CP II Niterói e Victória Letícia Costa Lemos / CP II Tijuca	Sérgio Barbosa Duarte
10:50 h	Miguel D'Oliveira Echebarrena / Colégio São Vicente de Paulo	Vivian Andrade, Bruno Pimentel e Flávio Garcia
11:15 h	João Victor Diniz de Andrade / CP II Centro	Corinne Arrouvel
11:40 h	Valentin Pires Barbosa Grecco / Colégio Pedro II Humaitá	Bernard Teles de Menezes
12:05 h	INTERVALO - ALMOÇO	
14:00 h		
14:00 h	Gabriela Crespo Rosa Pinto / Colégio Pedro II Tijuca	Emil de Lima Medeiros
14:25 h	Luiza Monteiro Ferreira / CAP UFRJ e Paula Juliana Borges Frickes Ricardo / CP II São Cristóvão	Francisco Lustosa
14:50 h	Maria Eduarda Alves de Mozzi / Colégio Pedro II São Cristóvão	Elena Mavropoulos e Suzana dos Anjos
15:15 h	Nilo Zeribinate Souza / CAP UFRJ	Gabriel Queiroz Fidalgo
15:40 h	Isabela de Souza Santos / CAP UERJ	Ulisses Ribeiro
16:05 h	Luísa Almeida Quintella e Rodrigo Lôbo Nogueira Santos / CP II Humaitá	Andréa Machado, Marcos de Castro Carvalho e Mariana Giffoni
16:30 h	Alexandra Monteiro Wyatt / Colégio Pedro II São Cristóvão	João Paulo de Melo
16:55 h	COFFEE BREAK - REUNIÃO DA BANCA	
17:30 h	DIVULGAÇÃO DOS PREMIADOS E ENCERRAMENTO	

Índice

10 de julho de 2024

Alexandre Riddell Franco / Escola Britânica – Urca

Iniciação à Astrofísica.....7

João Gabriel Lemos de Oliveira Dias / Colégio Pedro II Tijuca

Estudo da morfologia e composição química de filmes de carbeto de tungstênio (WC) crescidos por Magnetron Sputtering de Ângulo Reto.....8

Pedro Roberto Barbosa Santos / CP II Niterói e Thiago Moraes Mendes / CP II Engenho Novo

O Nascimento e a Morte do Sol.....9

Aurora Andrade Mendonça / Colégio Pedro II Humaitá

Síntese e caracterização de nanoestruturas porosas de carbonato de cálcio em altas concentrações: efeito do ácido aspártico.....10

Bernardo Mattos Lage / CP II Humaitá

Fabricação de um Ressonador Supercondutor de Micro-ondas.....11

Camilla Luize Coelho Vieira / CP II Niterói

Estudo de interações entre Nanopartículas de Co produzidas por Magnetron Sputtering.....12

Laura de Freitas Almeida / CP II Niterói

Formação, evolução e o ciclo de vida das estrelas massivas.....13

Andrei de Aragão Aleksandravicius / Colégio Pedro II Centro

Supercondutividade na prática com Python.....14

Isabel Arnaud Libanio / CAp UFRJ e Nicolas da Silva Furtado de Mendonça / CAp UERJ

Dualidade onda – partícula, o centenário da Tese de Louis de Broglie.....15

Índice

11 de julho de 2024

Rebeca Albuquerque de Medeiros / Colégio Pedro II São Cristóvão

Panorama cósmico: do universo epicurista à energia escura.....16

Elisa Quelhas Condeixa da Costa / CP II Niterói e Victória Letícia Costa Lemos / CP II Tijuca

A Temperatura do Nascimento de uma Estrela.....17

Miguel D'Oliveira Echebarrena / Colégio São Vicente de Paulo

Levitação magnética por rotação.....18

João Victor Diniz de Andrade / CP II Centro

A Ciência da Musicoterapia: Entendendo o Cérebro e o Corpo através do Som, É Possível Enfrentar Crises de Ansiedade com o Auxílio da Música?.....19

Valentin Pires Barbosa Grecco / Colégio Pedro II Humaitá

A Simetria como um Caminho para a Formação do Modelo Padrão das Partículas Elementares.....20

Gabriela Crespo Rosa Pinto / Colégio Pedro II Tijuca

Conceitos básicos de física e suas relações com o estudo dos reatores e outras aplicações nucleares..21

Luiza Monteiro Ferreira / CAp UFRJ e Paula Juliana Borges Frickes Ricardo / CP II São Cristóvão

Efeitos da Quantização de De Broglie-Bohm nas Sombras de Buracos Negros.....22

Maria Eduarda Alves de Mozzi / Colégio Pedro II São Cristóvão

Análise *in vitro* da adsorção da Vancomicina em Hidroxiapatita Carbonatada em células pré-osteoblásticas.....23

Nilo Zeribinate Souza / CAp UFRJ

Uma análise das estimativas da idade da Terra ao longo das décadas e sua influência nas teorias da evolução natural.....24

Isabela de Souza Santos / CAp UERJ

Sistemas Binários Perturbados e o Avanço do Periélio de Mercúrio.....25

Luísa Almeida Quintella e Rodrigo Lôbo Nogueira Santos / CP II Humaitá

Óleos Vegetais Ozonizados e Fotocatalisados com Nanopartículas de Dióxido de Titânio (TiO₂).....26

Alexandra Monteiro Wyatt / Colégio Pedro II São Cristóvão

A Diacronia da Mecânica Quântica.....27

Aluno: Alexandre Riddell Franco – Escola Britânica

Orientador: Bernardo Fraga

Iniciação à Astrofísica

Quando me inscrevi para participar do Provoc, e até hoje, eu estava muito entusiasmado a aprender mais sobre o Universo e as leis que o sustentam. Desta forma, o tema geral dos meus estudos e explorações neste programa foi, desde o início, astrofísica. Nas primeiras reuniões, discutimos os conceitos básicos da cosmologia e foram-me indicados algumas leituras, vídeos educativos e o aprendizado sobre determinadas bibliotecas da linguagem de programação Python, essenciais para esse ramo, como Numpy, Matplotlib e Astropy. Após esse aprendizado, o Bernardo, meu orientador, sugeriu que usássemos bases de dados reais sobre o *redshift* de galáxias e sua distância até a Terra para calcularmos a constante de Hubble (H_0) a partir da lei de Hubble ($v = H_0d$). Ele me forneceu três bases de dados, incluindo a que o próprio Hubble utilizou. Utilizei o Python para visualizar os pontos, ajustar uma linha de melhor ajuste e calcular a constante de Hubble. Calculei a distância das galáxias utilizando o módulo de distância, que é derivado da magnitude aparente e absoluta das supernovas, convertendo esses valores em *parsecs* e depois em *megaparsecs*. As velocidades de recessão foram obtidas multiplicando o *redshift* pelo valor da velocidade da luz. Utilizando uma regressão linear com a biblioteca Scipy, ajustei os dados considerando as incertezas tanto nas distâncias quanto nas velocidades de recessão. O resultado foi uma estimativa da constante de Hubble, incluindo suas incertezas.

Aluno: João Gabriel Lemos de Oliveira Dias – Colégio Pedro II Tijuca

Orientadora: Munique Eva P. De A. Monteiro Barros

Coorientadora: Fernanda Costa de Medeiros

Estudo da morfologia e composição química de filmes de carbeto de tungstênio (WC) crescidos por Magnetron Sputtering de Ângulo Reto

O carbeto de tungstênio (WC) é um composto químico amplamente utilizado em diversas áreas de aplicação, tanto na indústria mecânica, metalúrgica e aeroespacial, quanto na biomedicina e em energias renováveis, por ser extremamente duro, resistente à corrosão, capaz de suportar altas temperaturas e ter boa condutividade elétrica.

Neste trabalho, filmes finos de WC foram produzidos através da técnica de pulverização catódica (*sputtering*) no Laboratório de Superfícies e Nanoestruturas (LABSURF). Esses materiais são depositados sobre um substrato e possuem uma espessura na faixa entre nanômetros e micrômetros.

Posteriormente, as amostras crescidas de WC foram caracterizadas morfologicamente pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), que utiliza um feixe de elétrons para obter ampliações que não são possíveis com microscópios ópticos ou a olho nu, no Lab. de Nanociências e Nanotecnologia (LABNANO). Também foi utilizada a técnica de Espectroscopia por Dispersão de Elétrons (EDS), através da detecção de raios X característicos, para observar a composição química dos filmes produzidos.

Portanto, foi possível aprender técnicas de fabricação de filmes finos e de caracterização morfológica e química, além de vivenciar uma pesquisa científica. Diferentes materiais podem ser identificados e estudados, conseqüentemente, utilizados em várias áreas da sociedade, o que reafirma o impacto da ciência no coletivo humano.

Alunos: Pedro Roberto Barbosa Santos – Colégio Pedro II Niterói e Thiago Moraes Mendes – Colégio Pedro II Engenho Novo

Orientador: Sebastião Alves Dias

O Nascimento e a Morte do Sol

Praticamente toda a energia disponível na Terra, para a sobrevivência e todas as realizações da humanidade, tem sua origem no Sol. Em função disso, direcionamos nosso olhar para este corpo celeste, procurando entender de onde vem a sua energia, qual é a sua história passada e qual será o seu futuro. Ao fazer isso, somos levados a comparar e situar o Sol em relação a outras estrelas, diferentes em massa e em luminosidade. Nossa discussão evolui daí até a consideração da formação das galáxias e da evolução do Universo. Nosso estudo mostra uma conexão entre temas corriqueiros do cotidiano (energia em suas diferentes formas e transmutações) e questões atualmente muito além da possibilidade de aplicações práticas (a origem do Universo). Baseamos nosso estudo no livro de 1940, *The Birth and Death of the Sun*, do físico George Gamow, internacionalmente conhecido como um dos pais do conceito de Big Bang e propositor da existência da radiação cósmica de fundo, base para inúmeras conclusões sobre a evolução do Universo.

Aluna: Aurora Andrade Mendonça – Colégio Pedro II Humaitá

Orientadora: Noemi Raquel Checca

Síntese e caracterização de nanoestruturas porosas de carbonato de cálcio em altas concentrações: efeito do ácido aspártico

A vaterita é a fase menos estável do carbonato de cálcio (CaCO_3) e existe principalmente em sistemas biológicos, e não na natureza. No entanto, alguns aminoácidos poderiam estabilizar esta fase. A vaterita adequadamente projetada possui propriedades interessantes, como porosidade, grande área superficial, biodegradabilidade e propriedades físico-químicas únicas que permitem uma variedade de usos em aplicações médicas. Os poros típicos da vaterita estão na faixa de algumas dezenas de nanômetros, estes poros servem como hospedeiro para várias moléculas, macromoléculas e nanopartículas inorgânicas. Portanto, as partículas porosas da fase vaterita podem ser utilizadas como veículos de entrega de medicamentos. Neste trabalho apresentamos um estudo sistemático das sínteses de CaCO_3 poroso em altas concentrações utilizando como aminoácido o ácido aspártico L. As nanoestruturas porosas foram analisadas por MEV, TEM, DRX e FTIR. Nossos resultados mostram o efeito da concentração em função do diâmetro médio da nanoestrutura esférica porosa (maior população). As nanoestruturas esféricas sintetizadas em altas concentrações exibem um diâmetro meio de 0.74 μm . Estas nanoestruturas são formadas por nanopartículas com morfologia núcleo-envoltório de 10 nm de diâmetro, mostrando um núcleo cristalino de 5.7 nm de diâmetro e um envoltório amorfo. A menor população é representada por nanoestruturas da forma “dumbbell”, mostrando uma estrutura amorfa com pequenos cristais de calcita. Por outro lado, as nanoestruturas sintetizadas em menores concentrações exibem um mecanismo de transformação da vaterita para calcita porosa.

Aluno: Bernardo Mattos Lage – Colégio Pedro II Humaitá

Orientador: Arthur Rebello

Fabricação de um Ressonador Supercondutor de Micro-ondas

Conhecimentos Básicos sobre Ondas Estacionárias Mecânicas e Eletromagnéticas: Envolve o estudo das características das ondas estacionárias, tanto mecânicas quanto eletromagnéticas. Inclui a compreensão de fenômenos como ressonância, nós e antinós. A análise das condições de contorno e das frequências naturais dos sistemas são essenciais para projetar dispositivos que dependem do meio e comprimento da cavidade.

Conhecimentos Básicos sobre Computação Quântica e Ressonadores de Micro-ondas: A computação quântica é uma área emergente que utiliza princípios da mecânica quântica para realizar cálculos complexos de maneira mais eficiente do que os computadores clássicos. Os ressonadores de micro-ondas desempenham um papel crucial, pois são utilizados para controlar e ler os estados quânticos. Este segmento do projeto fornece uma visão geral sobre os *qubits*, superposição, emaranhamento e como os ressonadores de micro-ondas podem ser projetados e utilizados para manipular esses estados quânticos.

Projetar um Ressonador Supercondutor de Micro-ondas: A fase de projeto envolve aplicar os conhecimentos adquiridos sobre ondas estacionárias e ressonadores de micro-ondas para criar um dispositivo supercondutor. O dispositivo será projetado utilizando a biblioteca *opensource* de *python* Qiskit Metal. O processo de design considera fr, geometria do ressonador.

Conhecimentos Básicos de Litografia: A litografia é uma técnica fundamental para a fabricação de dispositivos em escala micro e nanométrica. Este tópico cobre os princípios da litografia óptica e de elétrons, que são usados para definir padrões precisos em materiais. A compreensão desses métodos é crucial para a fabricação de ressonadores de micro-ondas com a resolução e precisão necessárias.

Fabricação de um Dispositivo Utilizando Litografia e Corrosão Química: O projeto culmina na fabricação de um ressonador supercondutor de micro-ondas. Utilizando as técnicas de litografia e corrosão química, o dispositivo é criado com as especificações projetadas. A litografia define os padrões desejados, enquanto a corrosão química remove material seletivamente para criar a estrutura final. Esta etapa prática consolidará os conhecimentos teóricos e de design adquiridos ao longo do projeto.

Alunas: Camilla Luize Coelho Vieira – Colégio Pedro II Niterói e Catarina Lemos Xavier Galucio – Colégio São Vicente de Paulo

Orientadores: Liying Liu e Rodrigo Dias dos Santos

Estudo de interações entre Nanopartículas de Co produzidas por Magnetron Sputtering

O ramo da Ciência responsável pelo estudo das estruturas atômicas e moleculares que possuem pelo menos uma dimensão na escala nanométrica é denominado nanociência. Esse campo concentra-se em nanoestruturas, que têm tamanhos entre 0,1 e 100 nm, apresentando propriedades singulares distintas daquelas observadas em suas formas volumosas, também conhecidas como amostras massivas ou *bulk* em inglês.

Existem várias categorias de nanopartículas (NPs), como as poliméricas, inorgânicas, à base de carbono e magnéticas, cada uma com características e aplicações específicas. Neste trabalho, focamos nas NPs magnéticas, que possuem dimensões nanométricas e são sensíveis à aplicação de campo magnético. Devido à sua relevância científica, as NPs magnéticas têm sido amplamente pesquisadas devido às suas propriedades atrativas, como químicas, magnéticas, ópticas e elétricas, tornando-as úteis em diversas áreas, como microeletrônica e medicina.

O projeto de dois anos iniciou-se com o estudo do funcionamento do *magnetron sputtering* e a variação de parâmetros, como a distância entre o alvo e o substrato, a pressão de argônio na câmara de deposição, a corrente na fonte DC e o tempo de deposição. Isso foi realizado com o objetivo de obter nanopartículas dispersas de cobalto (Co) e uma distribuição controlada de tamanhos das NPs. A segunda fase envolveu a produção de multicamadas Co/Al₂O₃ e a investigação das interações entre as NPs de Co, por meio de medidas das curvas ZFC/FC, MxH e efeito Hall.

Aluno: Laura de Freitas Almeida – Colégio Pedro II Niterói

Orientador: Rodrigo Turcati

Formação, evolução e o ciclo de vida das estrelas massivas

Um dos grandes sucessos da Astrofísica Estelar diz respeito à dinâmica das estrelas, isto é, como objetos estelares comportam-se ao longo do tempo, desde o seu nascimento até os estágios finais de evolução, passando pelas etapas de fusão termonuclear de seus elementos químicos. Este processo é conhecido como evolução estelar e pode levar milhares de milhões de anos, dependendo da massa da estrela.

A Astrofísica Estelar é uma área de estudos que abrange conceitos oriundos da Astronomia, Física Nuclear e Gravitação. Levando em conta essa interdisciplinaridade, o objetivo deste projeto consistiu na discussão qualitativa de como objetos estelares são formados, suas evoluções e como o valor de suas massas determina o seu estado final. Questões ligadas à evolução de estrelas com massa suficiente para gerar explosões de Supernovas tipo II serão discutidas. A formação de objetos compactos, como anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros, serão contempladas. Particular ênfase será dada às estrelas de nêutrons e às diferenças entre pulsares e magnetares. Simulações numéricas da equação de Tolman-Oppenheimer-Volkoff no contexto da estrutura interna de estrelas de nêutrons serão também apresentadas.

Aluno: Andrei de Aragão Aleksandravicius

Orientadora: Edine Silva dos Santos

Supercondutividade na prática com Python

Acreditamos que a supercondutividade é um tema pouco discutido e conhecido em escolas e pela maioria da sociedade, embora tenha diversas aplicações úteis atualmente, como para a criação de imagens em aparelhos de ressonância magnética (MRI), operação de trens MAGLEV e em ímãs potentes usados em aceleradores de partículas. Desde sua descoberta em 1911, várias teorias foram formadas por diversos cientistas sobre o assunto, cada um desejando contribuir para encontrarmos um modo de explicar e otimizar o uso deste fenômeno para nosso proveito.

Como um auxílio para a compreensão de uma das principais características da supercondutividade, desenvolvemos um programa na linguagem de programação Python, que simula de maneira prática o comportamento diamagnético dos supercondutores. O programa conta com um sistema de controle de temperatura e diferentes materiais para experimentação.

Com este projeto, adquirimos mais conhecimento relacionado à supercondutividade, construção de apresentações de *slides* com Canva e a criação de programas com Python. Além disso, acreditamos que este conhecimento todo foi agregado de forma simples e concisa em nossa apresentação, de modo que qualquer um pode entender o assunto.

Por meio de uma combinação de teoria e prática, almejamos transformar a supercondutividade em um assunto mais acessível para todos. Portanto, esperamos que ele cumpra seu principal objetivo: introduzir e demonstrar que a supercondutividade é um assunto que, com uma abordagem certa, pode ser apresentado e discutido com pessoas de qualquer idade, inclusive estudantes do ensino médio.

Alunos: Isabel Arnaud Libanio – CAp da UFRJ e Nicolas S. Furtado de Mendonça – CAp da UERJ.

Orientador: José Abdalla Helayël – Neto

Dualidade onda – partícula, o centenário da Tese de Louis de Broglie

Em 1924, Louis de Broglie apresenta a sua Tese de Doutorado *Recherches sur la Théorie des Quanta*, na qual propõe um comportamento simétrico da Natureza. Da mesma forma que a luz teve o seu comportamento corpuscular evidenciado no experimento de Arthur Compton em 1923, de Broglie afirmou que a matéria pode, por sua vez, apresentar comportamento ondulatório. Na celebração do centenário do Princípio da Dualidade Onda-Partícula, aspecto fundamental para a constituição da Mecânica Quântica, este projeto fundou-se em três objetivos centrais: (i) mostrar o imenso alcance de um princípio muito simples, mas profundo; (ii) incentivar jovens estudantes a uma reflexão sobre aspectos epistemológicos no processo de construção de uma teoria científica; (iii) desenvolver, a partir de conceitos simples, estudos iniciais sobre conceitos do mundo submicroscópico, como o Princípio da Incerteza de Heisenberg e a consequente e importante ideia de partículas virtuais. Dedicou-se algum tempo para se compreender bem este conceito, já que muitos dos processos importantes investigados nas colaborações do *Large Hadron Collider* são mediados por partículas virtuais. Foi dada ênfase a deixar bem clara a distinção entre as partículas reais e a sua contrapartida virtual.

Com a marcha acelerada do negacionismo, é imprescindível compreender a essência do processo científico, a relação entre ciência básica exploratória – em níveis teórico e experimental – em uma ponta, aspectos matemáticos na mediação do processo e tecnologia e inovação tecnológica na outra ponta. O trabalho foi desenvolvido com este enfoque e reforça a importância de um programa como o PROVOC, que desperta os jovens para o espírito da ciência e, ao mesmo tempo, os faz compreender os caminhos do processo científico e o valor da comunicação científica.

Aluna: Rebeca Albuquerque de Medeiros – Colégio Pedro II São Cristóvão III

Orientador: Piero Arthur Pires Molinari

Panorama cósmico: do universo epicurista à energia escura

A Cosmologia tem sido nosso objeto de estudo desde os primórdios da Civilização e da própria espécie humana. Passando pelas primeiras comunidades primitivas até os dias de hoje, ocupam a mente humana — do poeta ao cientista — as perguntas centrais sobre a natureza do Universo e nosso lugar e propósito nele. É importante distinguir entre as possíveis maneiras de entendê-lo (múltiplos **universos** em um mesmo **Universo**) e reconhecer as interconexões entre cada uma. Neste projeto, usaremos as lentes da Física para compreender o funcionamento do universo.

Após um breve histórico de alguns pensamentos cosmológicos na Antiguidade, enfatizando os gregos e seus três sistemas de universo (aristotélico, epicurista e estoico), passamos para a Idade Média e o Renascimento, quando se solidificam os princípios da Ciência Moderna e o mundo Cartesiano-Newtoniano se estabelece. Com a Gravitação de Newton, analisamos como a visão cosmológica se transformou, juntamente a descobertas astronômicas, até ocorrerem as descobertas teórica da Relatividade Geral e experimental da expansão do universo.

Por fim, descrevemos o paradigma atual do universo em expansão, introduzindo conceitos matemáticos, como o fator de escala e a constante de Hubble. Como aplicação prática, motivamos a equação central da Cosmologia por caminhos newtonianos e consideramos um universo composto por matéria e energia escura (constante cosmológica). Para esse universo, realizamos o cálculo de sua idade, utilizando dados do satélite Planck (2018), e discutimos o resultado obtido.

Alunas: Elisa Quelhas Condeixa da Costa – Colégio Pedro II Campus Niterói e

Victória Letícia Costa Lemos – Colégio Pedro II Campus Tijuca II

Orientador: Sergio Barbosa Duarte

A Temperatura do Nascimento de uma Estrela

As estrelas são os corpos celestes mais fáceis de se observar no céu noturno, cativando o interesse dos seres humanos há séculos. Entender como elas nasceram, a partir de nebulosas, – nuvens de poeira e gás que estão espalhadas pelo universo – é um tema de pesquisa frequente na comunidade científica. Dessa maneira, dando continuidade ao nosso projeto do Período Básico, aprofundamos o entendimento adquirido na evolução estelar para, além de compreender a magnitude da energia envolvida no processo do nascimento das estrelas, calcular a temperatura atingida nesse evento astronômico.

Para calcular essa temperatura, utilizamos o teorema virial e a Função Fundamental da Calorimetria, empregando os resultados obtidos no projeto anterior. O nosso modelo estelar operado baseou-se em uma esfera homogênea, tratando-se, então, de uma aproximação. Mesmo sendo uma aproximação, o modelo foi preciso o suficiente para a alta compreensão do potencial estelar de adquirir a temperatura necessária para fusionar átomos de hidrogênio, no que consiste no nascimento da estrela.

Dessa forma, o projeto alcançou o seu objetivo de entender intrinsecamente todo o processo da formação estelar, indo de uma nuvem fria de gás e poeira cósmica até as altas temperaturas de uma estrela formada.

Aluno: Miguel D'Oliveira Echebarrena – Colégio São Vicente de Paulo

Orientadores: Flávio Garcia, Vivian Andrade, Bruno Pimentel

Levitação magnética por rotação

A levitação magnética já é uma realidade com os trens Maglev, baseados no efeito de repulsão de um campo magnético aplicado por materiais em seu estado supercondutor, o chamado efeito Meissner. No entanto, para seu funcionamento é necessário o uso de nitrogênio líquido para manter tanto os campos magnéticos quanto os materiais em seu estado de diamagneto perfeito. Uma nova forma de levitação magnética utilizando a rotação foi descoberta em 2021 por Hamdi Ucar ^[1]. Ano passado, um grupo de pesquisadores da Universidade Técnica da Dinamarca realizou um estudo da origem dessa levitação e da dinâmica da flutuação ^[2] Utilizando dois ímãs de mesmo tamanho em que um está preso a um motor e outro posicionado a diferentes distâncias, foram avaliados os modos de vibração do ímã após a estabilização para diferentes frequências de rotação.

O objetivo deste projeto é reproduzir o experimento de levitação magnética por rotação para obter os modos de vibração observados no artigo de referência. Obtendo-se esse sistema, é possível utilizá-lo para demonstrações do fenômeno em feiras científicas promovidas pelo CBPF. Para isso, foi elaborada uma peça por impressão 3D para armazenar um ímã esférico de NdFeB na extremidade de uma microrretífica usando o Tinkercad. Com esses experimentos, foi possível reproduzir os modos de vibração com os mesmos parâmetros do artigo de referência.

Referências

[1] Hamdi Ucar. Polarity Free Magnetic Repulsion and Magnetic Bound State. *Symmetry*, 13(3):442, March 2021.

[2] Hermansen, Joachim Marco, et al. Magnetic levitation by rotation. *Physical Review Applied*, 2023, 20.4: 044036.

Aluno: João Victor Diniz de Andrade – Colégio Pedro II Centro

Orientadora: Corinne Arrouvel

A Ciência da Musicoterapia: Entendendo o Cérebro e o Corpo através do Som, É Possível Enfrentar Crises de Ansiedade com o Auxílio da Música?

Através do trabalho desenvolvido durante o Programa de Vocação Científica (PROVOC), houve a construção de um artigo que explora o impacto da música no cérebro humano, destacando como as ondas sonoras influenciam emoções, memórias e funções cognitivas. Inicialmente, é explicado como a música é processada pelo córtex auditivo e como ela se espalha por outras áreas cerebrais, estimulando a liberação de dopamina e ativando diversas regiões. A musicoterapia é apresentada como uma técnica que utiliza esses efeitos para benefícios terapêuticos, incluindo a redução de ansiedade.

Abordamos no artigo os fundamentos físicos da música, detalhando conceitos como frequência, amplitude e forma de onda, além de fenômenos como ressonância e interferência, que são cruciais para a produção e percepção dos sons.

Com o intuito de responder sobre a eficácia da musicoterapia na redução de crises de ansiedade, uma pesquisa foi realizada e discutida através de dados obtidos em uma comunidade escolar. A investigação envolveu a coleta de dados de 172 entrevistados e a análise dos efeitos da musicoterapia em situações de crise. Os resultados indicaram que a música pode ser um complemento eficaz aos tratamentos tradicionais, proporcionando melhorias no bem-estar emocional e na qualidade de vida dos pacientes.

O artigo conclui que a música, além de uma forma de arte apreciada universalmente, tem fundamentos científicos profundos que explicam seu impacto poderoso no cérebro e no corpo humano. Compreender esses fundamentos permite uma aplicação mais eficaz da música em diversos contextos clínicos, destacando seu potencial terapêutico.

Aluno: Valentin Pires Barbosa Grecco – Colégio Pedro II Humaitá II

Orientador: Bernard Teles de Menezes

A Simetria Como um Caminho para a Formação do Modelo Padrão das Partículas Elementares

O Modelo Padrão (MP) é a teoria fundamental da física de partículas, que descreve as interações entre partículas elementares e forças fundamentais. Desenvolvido ao longo do século XX, consolidou-se como a base da física quântica moderna, explicando com precisão muitos fenômenos subatômicos. Contudo, enfrentou grandes desafios teóricos e experimentais. A Teoria Quântica de Campos (QFT), que une Mecânica Quântica e Relatividade Especial, apresentava problemas de infinitudes, tornando suas previsões inconsistentes. As inúmeras partículas do espectro hadrônico não tinham uma explicação clara para sua estrutura fundamental, e as interações fracas e fortes nos núcleos atômicos careciam de uma descrição adequada. O conceito de simetria surgiu como um caminho crucial para estruturar e guiar o entendimento das leis fundamentais da Natureza.

Exemplos notáveis da aplicação da simetria na formação do MP incluem o Eightfold Way, proposto por Gell-Mann e Ne’eman nos anos 1960, que usou o grupo de simetria $SU(3)$ de “sabor” para organizar o espectro hadrônico. Em 1965, Han, Nambu e Greenberg sugeriram que a interação forte poderia ser descrita pelo grupo $SU(3)$ de cor, mediada por glúons. Na década de 1960, Glashow, Weinberg e Salam demonstraram que as interações fracas e eletromagnéticas poderiam ser unificadas através da simetria.

Além de consolidar o MP, a simetria é a base para teorias que buscam expandir nosso entendimento da Física além do MP. Exemplos incluem a Teoria da Grande Unificação, que tenta combinar as forças eletromagnética, fraca e forte em um único *framework* simétrico, e a Teoria das Cordas, que propõe que as partículas fundamentais são vibrações de cordas unidimensionais em um espaço-tempo com mais dimensões. A Supersimetria sugere uma simetria entre partículas de força e matéria, prevendo novas partículas parceiras. Essas teorias avançadas mostram como a simetria é uma ferramenta poderosa para explorar e expandir nosso entendimento das leis fundamentais da Natureza.

Aluna: Gabriela Crespo Rosa Pinto – Colégio Pedro II Tijuca II

Orientador: Emil de Lima Medeiros

Conceitos básicos de física e suas relações com o estudo dos reatores e outras aplicações nucleares

A emissão espontânea de partículas alfa ou mesmo fragmentos nucleares mais pesados, por alguns núcleos atômicos, mais conhecida como radioatividade, pode ser explicada através do fenômeno quântico conhecido como efeito túnel, proposto originalmente por George Gamow ^[1] e independentemente por Condon & Gurney. O fenômeno recebeu este nome por se referir à possibilidade de que uma partícula em movimento no interior de um poço de potencial atravesse a barreira de potencial e escape, mesmo que sua energia cinética seja inferior à altura da barreira.

O presente trabalho consistiu, inicialmente, na identificação dos tópicos de Física Nuclear, cujo estudo é indispensável num primeiro contato com o tema dos reatores nucleares: conservação de energia e momento linear, interações fundamentais e sua relevância para o tema, equivalência relativística entre massa e energia, valor Q de uma reação nuclear, a curva de energia de ligação por nucleon, reações nucleares e os diferentes tipos de radioatividade, meia-vida de espécies nucleares radioativas, entre outros.

Em seguida, esse conhecimento foi aplicado principalmente no entendimento dos aspectos físicos envolvidos na transformação da energia nuclear em energia elétrica numa central nuclear. Finalmente, além do uso das reações de fissão na geração de energia, outras aplicações importantes foram também examinadas, como: Medicina Nuclear, Indústria, Agricultura, Segurança e Pesquisa.

Referências

- 1) G. Gamow, *Z. Phys.* **51** (1928), 204; E.U. Condon e R.W. Gurney, *Nature* **122** (1928), 439.
- 2) O. Oldenberg e W. Holladay, *Introdução à Física Atômica e Nuclear*, Edgard Blücher, 1971.
- 3) A. Máximo e B. Alvarenga, *Física*, vol. 1, Ed. Scipione, 2006.
- 4) Halliday, Resnick, and Walker, *Fundamentals of Physics*, 7th ed., John Wiley Inc., 2005.

Alunas: Luíza Monteiro Ferreira – Colégio de Aplicação da UFRJ e Paula Juliana Borges Fricques Ricardo – Colégio Pedro II São Cristóvão III

Orientador: Francisco Bento Lustosa

Efeitos da Quantização de De Broglie-Bohm nas Sombras de Buracos Negros

As sombras de buracos negros são objeto de estudo para testar a relatividade geral e explorar possíveis modificações na teoria. Esta apresentação visa motivar tais modificações a partir da gravitação quântica. Na Física, existem três níveis de descrição da realidade: o nível quântico, o espaço-tempo e a matéria, que, em tese, conecta os dois primeiros. No entanto, atualmente, elaborar uma teoria consistente que descreva essa conexão ainda é um desafio. Pesquisadores propuseram várias formas de quantizar a gravidade ao longo dos anos, mas todas apresentam limitações.

A mecânica quântica usual enfrenta dois problemas principais. Primeiro, o problema do colapso da função de onda, que questiona como e por que uma função de onda, que descreve todas as possibilidades de um sistema, colapsa para uma única realidade observada. Segundo, o problema da não localidade, representado pelo efeito de emaranhamento. Este último era visto por Einstein como a prova de que a mecânica quântica era incompatível com a relatividade. A Relatividade Geral também enfrenta o problema da singularidade, que surge quando a teoria é aplicada à cosmologia, como no caso dos buracos negros e do Big Bang, onde as equações se tornam infinitas.

A teoria da Onda Piloto é uma teoria alternativa da mecânica quântica; nela não se tem os problemas da teoria usual citados acima. Ademais, ela foi aplicada com sucesso na cosmologia, mostrando resultados que acabam com o problema da singularidade por efeitos quânticos. Com base na teoria de De Broglie-Bohm, realizamos cálculos para a correção quântica de um buraco negro. Assim, podemos investigar como pequenas correções podem influenciar um aspecto significativo: sua sombra.

Aluna: Maria Eduarda Alves de Mozzi – Colégio Pedro II São Cristóvão

Orientadora: Suzana Azevedo dos Anjos

Coordenadora: Elena Mavropoulos Oliveira Tude

Análise *in vitro* da adsorção da Vancomicina em Hidroxiapatita Carbonatada em células pré-osteoblásticas

No Brasil estima-se que, nos últimos cinco anos, oitenta mil pessoas aguardam no Sistema Único de Saúde (SUS) para uma cirurgia de implante ósseo. Sabe-se que infecções de traumas ósseos são recorrentes tanto antes como no pós-cirúrgico. Por este motivo, um antibiótico que é muito utilizado no tratamento, porém de uma forma intravenosa, é a Vancomicina.

Hidroxiapatita (HA) é um biomaterial sintético presente nos ossos e dentes amplamente utilizados como substitutos ósseos. As diversas variações da hidroxiapatita permitem a substituição do íon carbonato em sua estrutura. Essa junção transforma a hidroxiapatita em uma hidroxiapatita carbonatada (CHA), tornando o biomaterial menos cristalino e, conseqüentemente, mais solúvel. Então o biomaterial quando adsorvido com fármacos e /ou biomoléculas, estes poderiam ser liberados e atuar como fármacos locais.

Deste modo, o presente projeto tem como objetivo associar a Vancomicina ao biomaterial CHA, avaliando suas propriedades *in vitro* quando exposto a células pré-osteoblásticas MC3T3-E1; neste estudo é importante também estudar a resposta de adsorção e liberação do fármaco em testes de nanotoxicidade.

O biomaterial CHA foi sintetizado, caracterizado e testado nos Laboratórios de Biomateriais e de Nanotoxicidade e Cultura Celular do CBPF. Esses estudos são essenciais para entender como os biomateriais à base de fosfato de cálcio podem ser aplicados com sucesso em medicina regenerativa e engenharia de tecidos. Eles também ajudam a otimizar a formulação desses biomateriais para atender às necessidades específicas de diferentes aplicações clínicas. Os resultados de caracterização mostraram a associação do antibiótico na hidroxiapatita carbonatada. E os ensaios de citotoxicidade das amostras apresentaram biocompatibilidade *in vitro* das células do tipo MC3T3.

Aluno: Nilo Zeribinate Souza – Colégio de Aplicação da UFRJ

Orientador: Gabriel Fidalgo

**Uma análise das estimativas da idade da Terra ao longo das décadas e sua
influência nas teorias da evolução natural**

Inicialmente foi realizada uma análise sobre as estimativas da idade da Terra ao longo da história, incluindo hipóteses, métodos, influências e resultados.

Após isso, uma breve explicação acerca da teoria da evolução por seleção natural de Darwin e suas diferenças à teoria da evolução de Lamarck, em seguida, o impacto dessas estimativas em ambas as teorias.

Por fim, será discutida a Lei de Resfriamento de Newton, um importante fenômeno físico que prevê a temperatura de um objeto ao longo do tempo, e o que fez com que essas estimativas chegassem a um valor tão pequeno quando comparado à atual estimativa da idade da Terra, e como a descoberta da radioatividade responde essa pergunta.

Aluna: Isabela de Souza Santos – Colégio de Aplicação da UERJ

Orientador: Ulisses Ribeiro da Silva

Sistemas Binários Perturbados e o Avanço do Periélio de Mercúrio

Este trabalho busca compreender melhor o funcionamento dos sistemas binários de corpos celestes, estudando a partir da mecânica newtoniana as suas equações de movimento e parâmetros orbitais. Seu tratamento começa de forma geral, para depois focar nas órbitas do sistema solar e aprofundar introduzindo teoria de perturbação.

Primeiramente são trabalhados os diferentes tipos de sistemas de coordenadas com um foco em coordenadas polares, para que depois sejam introduzidas as equações de movimento por meio da segunda lei de Newton. Com isso, o entendimento das órbitas planetárias fica mais compreensível, abrindo espaço para recuperar as 3 leis de Kepler. Ao introduzir um terceiro corpo, encontramos o sistema binário perturbado, o que possibilita o estudo de novos fenômenos.

Desta forma, concluímos que uma descrição do problema do Avanço do Periélio de Mercúrio se torna possível utilizando métodos perturbativos, como o Método das Órbitas Osculantes. E com suas equações calculamos a variação secular dos parâmetros orbitais, obtendo uma variação de aproximadamente 154 arcos-segundo por século.

Alunos: Luísa Almeida Quintella e Rodrigo Lôbo Nogueira Santos – Colégio Pedro II Humaitá

Orientadoras: Andrea Machado Costa e Mariana Giffoni

Co-Orientador: Marcos de Castro Carvalho (MacGyver)

Óleos Vegetais Ozonizados e Fotocatalisados com Nanopartículas de

Dióxido de Titânio (TiO₂)

O ozônio (O₃), gás descoberto em 1840, é uma forma alotrópica triatômica do gás oxigênio (O₂), formada quando as moléculas de oxigênio se rompem em função da radiação ultravioleta ou de uma descarga corona. Seu processo de formação se dá através de uma reação química reversível, o que significa que o ozônio se decompõe espontaneamente, gerando uma instabilidade que dificulta seu armazenamento.

O ozônio tem sido grandemente reconhecido por suas propriedades terapêuticas e antimicrobianas, porém, devido a sua instabilidade, tais propriedades podem ser perdidas na ausência de um intermediário.

Ao contrário do gás puro, instável em demasia, quando associada a óleos vegetais, a molécula de ozônio é estabilizada, pois reage com as ligações insaturadas dos óleos, mostrando-se interessante para aplicações tópicas.

Dando continuidade ao estudo de 2023, “Óleos Vegetais Ozonizados”, buscamos aprofundar nossos estudos nas amostras que obtiveram melhores resultados experimentais e teóricos: os óleos de semente de uva e de girassol. Além disso, buscamos analisar as reações de ozonólise na presença de nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂) em diferentes condições, a fim de saber se as propriedades fotocatalíticas dessas nanopartículas otimizariam os resultados obtidos ou atrapalhariam a reação de ozonólise.

Aluna: Alexandra Monteiro Wyatt – Colégio Pedro II São Cristóvão III

Orientador: João Paulo da Silva Melo

A Diacronia da Mecânica Quântica

A Mecânica Quântica é fundamental para a compreensão do comportamento da física em escalas microscópicas. Ela explica fenômenos que a Física Clássica não consegue, como por exemplo a dualidade onda-partícula, a quantização da energia, o espectro dos átomos e o comportamento das partículas elementares e suas interações. Suas aplicações são vastas, incluindo o desenvolvimento de tecnologias como semicondutores, *lasers* e computação quântica, além de fornecer a base para avanços em outros campos como química, biologia e neurociência. Nesse sentido, partindo dos problemas que tensionavam a Física Clássica do século XIX, buscamos descrever e apresentar o percurso histórico do desenvolvimento do tópico, permitindo aos principiantes e não praticantes do tema a percepção de como a investigação de efeitos advindos da Mecânica Quântica se contextualizou em diferentes momentos e atingiu o seu presente status de intensas atividades teóricas e experimentais.

Aluna: Gabriella Iser Damasceno – Colégio Pedro II Humaitá

Orientadora: Lia Souza Coelho

A Cor Estrutural das Asas das Borboletas: sua Relação com a Nanotecnologia e o Cotidiano

As asas das borboletas (Lepidópteros) sempre encantaram a humanidade, mas sua beleza vai além do que os olhos podem ver. Entretanto, a ciência revela que essas cores vibrantes não são apenas resultado de pigmentos, mas sim de uma complexa estrutura nanométrica. Neste estudo, exploramos a origem e a importância das cores estruturais nas asas desses insetos, bem como seu potencial para aplicações práticas. Os gregos foram os primeiros a registrar essa admiração pela beleza e pela forma como as asas das borboletas geram cores. Já entre 4 e 5 a.C., eles descreviam as cores das asas não enquanto resultado de pigmentos, mas sim de efeitos óticos superficiais de uma estrutura constituída por complexas redes de minúsculas escamas sobrepostas, fenômeno conhecido como “cor estrutural”.

Entretanto, apesar de sua relevância, ainda há lacunas em nossa compreensão sobre como essas estruturas nanométricas interagem com a luz e como podemos aplicar esse conhecimento no cotidiano. Nosso objetivo é investigar as cores estruturais em detalhes, utilizando técnicas avançadas de microscopia, e explorar suas implicações na nanotecnologia e na criação de materiais inovadores. Com o avanço da microscopia, pudemos detalhar essas estruturas nanométricas e entender melhor este fenômeno. Além disso, a nanotecnologia nos permite replicar artificialmente essas estruturas, com potenciais aplicações em diversos campos. Utilizamos o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para ampliar e analisar as estruturas das asas das borboletas. Coletamos amostras de diferentes espécies e estudamos suas variações estruturais. Nossos resultados revelam a riqueza e a complexidade das cores estruturais, bem como seu potencial para inspirar avanços tecnológicos. A natureza nos oferece soluções incríveis, e a compreensão desses fenômenos nos conecta à beleza e à funcionalidade do mundo natural.