

A stylized owl logo is centered on the page. The owl's face is formed by two large, grey, circular eyes with white pupils. The beak is a simple black V-shape. The wings are represented by two long, black, curved lines extending downwards and outwards. The text 'PROVOC' is positioned above the owl's eyes, and 'CBPF' is positioned below the beak, all within the owl's face.

PROVOC

CBPF

**XIII SEMINÁRIO
DE VOCAÇÃO
CIENTÍFICA**

24 e 25 de março de 2021 das 10 às 18 h

MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

Marcos Cesar Pontes

DIRETOR DO CBPF

Ronald Cintra Shellard

RESPONSÁVEL PELO PROVOC – CBPF

Marcos de Castro Carvalho

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

Gerson Bazo Costamilan – IME

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Mônica Ramalho Silveira



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Agradecimentos

Em nome do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, através do Programa de Vocação Científica, agradeço a participação de todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste seminário PROVOC, destaco os membros da Equipe, a Direção do CBPF, as Coordenações Científicas e especialmente aos dedicados pesquisadores, tecnologistas, técnicos, doutorandos e mestrandos, que não mediram esforços na orientação dos alunos.

Estamos passando por momentos difíceis, uma pandemia que parece não ter fim, com perdas demasiadas de vidas, mas mesmo assim estamos aqui hoje, de uma forma não convencional, respeitando o próximo e seguindo os princípios éticos e científicos. Sabemos que a educação é a chave para as mudanças, é a transformação dos alunos em cidadãos mais conscientes, críticos, participativos e éticos, com valores calcados na integridade, caráter na verdade e ciência; esta é a proposta e a contribuição do PROVOC – CBPF: formar cientistas.

Finalmente agradecemos aos nossos alunos, aos quais aproveito para desejar sucesso no caminho do saber e do conhecimento. Esperamos seu retorno como graduandos, mestrandos ou doutorandos. Estamos conscientes de que o PROVOC é um caminho para a construção de um Brasil grandioso e próspero. Muito obrigado!

Marcos de Castro Carvalho (MacGyver)

Responsável pelo PROVOC – CBPF

Apresentação

O XXIII Seminário de Vocação Científica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas é o resultado do trabalho desenvolvido por alunos 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 do CBPF (PROVOC-CBPF) existe há vinte e três anos e o tempo é a prova de que as atividades desenvolvidas aprofundam a formação científica dos estudantes do Ensino Médio, despertando neles o interesse pela pesquisa e contribuindo para sua escolha profissional.

Já passamos por várias dificuldades, mas nesses dois anos, 2020 e 2021, estamos enfrentando uma pandemia mundial, e mesmo assim não interrompemos o nosso trabalho, cientes de sua importância na vida dos alunos. Cada aluno e cada orientador do CBPF deu o máximo de si para superar os desafios e nosso Seminário de Vocação Científica é a representação de todo este esforço.

Nesta edição digital do livreto anual, apresentamos um resumo dos trabalhos, referenciamos autores e orientadores, bem como os horários das apresentações. A diversidade de enfoques dos trabalhos que estão aqui resumidos permite uma reflexão profunda sobre a importância do PROVOC para a sociedade, para nossa instituição e para o Brasil. Pelos temas abordados e a excelência na qualidade dos resultados, temos a certeza de que estamos no caminho certo.

Sejam todos muito bem-vindos ao XXIII Seminário de Vocação Científica do CBPF! Esperamos que tenham dois dias repletos de conhecimento em um amplo e proveitoso passeio pela Ciência, Tecnologia e Inovação, para que não percamos de vista aquilo que é fundamental: o direito à Educação de qualidade.

24 de março - quarta		
HORÁRIO	ALUNO(A) / COLÉGIO	ORIENTADOR(A)
10:00 h	ABERTURA - DIRETOR SHELLARD	
10:20 h	Caio Peixoto Galdino - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Leonardo Cirto
10:50 h	Rafael Hipólito Rodrigues - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Leonardo Cirto
11:20 h	Marcelo Máximo Andrade - Colégio Pedro II Duque de Caxias	André L. Rossi e Yordy E. Licea
11:50 h	Analice Ferreira de Mello - Colégio Pedro II Tijuca; Laura Toledo S. Martiniano Ferreira - C. São Vicente de Paulo e Maria Eduarda Moraes Braga - Colégio Pedro II São Cristóvão	Lia Souza Coelho
12:00 às 14:00 h	INTERVALO - ALMOÇO	
14:00 h	Denilson Leonardo Monteiro - CEFET-RJ e João Pedro Vitória Urruchua - Colégio Pedro II Tijuca	Alberto P. Guimarães
14:30 h	Celinalva Rosas de Souza - Colégio Pedro II Engenho Novo	João Medeiros
15:00 h	Helena Grandchamp Venancio - C. São Vicente de Paulo	Suzana Azevedo dos Anjos e Elena Mavropoulos Oliveira Tude
15:30 h	Daniel Freitas dos Santos - Colégio Pedro II Centro e Ruan Lourenço Silva - CEFET-RJ	Sebastião Alves Dias
16:00 h	Gustavo Reis da Silva / CEFET-RJ	Herman Pessoa Lima Junior
16:30 h	João Pedro Carvalho Ballero e Maria Fernanda Guimarães de Moraes - Colégio Pedro II Niterói	Marcos de Castro Carvalho
17:00 h	Ryan Coutinho Soares / Colégio Pedro II Tijuca	Flávio Garcia e Wesley Jalil
17:30 h	Jonas Gomes Kelby / Colégio de Aplicação da UERJ	Juciane Maria Alves
18:00 h	Mauro Victor Ferreira Moledo / Colégio Pedro II Niterói	Nahum Sá e Leonardo Cirto

25 de março - quinta

HORÁRIO	ALUNO(A) / COLÉGIO	ORIENTADOR(A)
10:00 h	Raphael Nunes da S. Moreira Souza - CEFET Maracanã	Erich Cavalcanti
10:30 h	Felipe Resende de Mendonça - Colégio São Vicente de Paulo	Arthur Marques Moraes
11:00 h	Bianca dos Santos de Oliveira / IFRJ Nilópolis	Marcos de Castro Carvalho
11:30 h	Kim Kakeya V. de Carvalho / Colégio Pedro II Niterói	Calazans Barbosa M. Macchiutti de Oliveira
12:00 às 14:00 h	INTERVALO - ALMOÇO	
14:00 h	Luã Magalhães do Nascimento / Colégio Pedro II Niterói	Silvia Albuquerque
14:30 h	Victor Hugo Herculano Tavares / Colégio Pedro II São Cristóvão	Silvia Albuquerque
15:00 h	Millena Avendano de Carvalho / Colégio Pedro II Niterói	Francisco Bento Lustosa
15:30 h	Pedro Videira Rubinstein / Colégio de Aplicação da UERJ	Jônathas Rafael de Jesus
16:00 h	Rodrigo da Silva Ferreira / CEFET-RJ	André Drummond
16:30 h	Pedro Alípio Barreto Batista - CEFET Itaguaí	José A. Helayël Neto
17:00 h	Pedro Eduardo Santiago Brito - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Horácio Coelho
17:30 h	INTERVALO - REUNIÃO DA BANCA	
18:00 h	DIVULGAÇÃO DOS PREMIADOS E ENCERRAMENTO	

Aluno: Caio Peixoto Galdino – Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias

Orientador: Leonardo Cirto

Criptografia RSA

A criptografia estuda técnicas para tornar secreta uma mensagem. Uma mensagem cifrada só deve ser lida pelo destinatário legítimo, e, caso interceptada, o processo de decifrá-la não pode ser fácil. Técnicas de criptografia são conhecidas há milênios. A Cifra de César é um exemplo, usada pelo imperador romano no século I A.C. para proteger a comunicação com seus generais. Outro exemplo é a máquina nazista Enigma, cujo segredo foi quebrado por Turing, ajudando a mudar o curso da segunda guerra.

A Cifra de César ou a máquina Enigma são bastante simples atualmente, o avanço da computação fragilizou grande parte dos métodos antigos de criptografia. Contudo, na década de 1970, foi introduzida a criptografia de chave pública. Grande parte da troca de informações na internet, de WhatsApp a transações financeiras, é protegida por métodos de chave pública. A criptografia de chave pública é construída sobre um problema matemático difícil de solucionar, porém fácil de verificar, se a solução dada é correta. O método RSA estudado neste trabalho, talvez o mais popular método de chave pública, explora a dificuldade de descobrir os fatores primos de um número grande: obter os fatores primos é difícil, recuperar o número original é fácil. Criptografia de chave pública envolve Ciência da Computação, Matemática, principalmente Teoria dos Números, e, mais recentemente, Computação Quântica. Neste trabalho, a primeira parte de um projeto de 2 anos, estudamos ferramentas relacionadas à criptografia RSA (complexidade de algoritmo, primos, congruência). O objetivo é estudar o algoritmo de Shor, que, implementado em um computador quântico, simplificaria a fatoração em primos e enfraqueceria boa parte do sistema criptográfico atual.

Aluno: Rafael Hipólito Rodrigues – Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias

Orientador: Leonardo Cirto

Algoritmo Quântico de Shor e Criptografia RSA

Inúmeros sistemas de criptografia baseiam sua segurança em problemas matemáticos para os quais não há algoritmos **eficientes** para sua resolução. Isto significa que, embora seja possível a um espião decifrar uma mensagem, na prática quebrar a criptografia demandaria um tempo de processamento computacional muito longo. Um sistema de criptografia amplamente utilizado com essas características é o Algoritmo de Chave Pública RSA, cuja segurança é baseada no problema matemático/computacional de fatoração em primos. Obter os fatores primos de um inteiro é um problema para o qual não existe algoritmo (clássico) eficiente.

Entretanto, em 1994 foi proposto um algoritmo quântico eficiente para a fatoração em primos, o hoje famoso Algoritmo de Shor. Algoritmos quânticos exploram fenômenos da física quântica e foram idealizados para serem executados em computadores quânticos. Uma das formas de programar um computador quântico é utilizando circuitos quânticos, que se assemelham aos circuitos lógicos tradicionais, porém no lugar de *bits*, que valem 0 ou 1, utilizam *bits* quânticos (*q-bits*), que além de 0 ou 1, podem assumir uma superposição entre esses valores. Explorando essas possibilidades, o algoritmo de Shor é capaz de fatorar um inteiro quase exponencialmente mais rápido que o melhor algoritmo clássico conhecido.

Recentemente, a empresa IBM liberou acesso a protótipos de seus computadores quânticos na plataforma **IBM Quantum Experience**. Neste trabalho, discutimos a execução do Algoritmo de Shor nos computadores da IBM e suas implicações na segurança da criptografia moderna.

Aluno: Marcelo Máximo Andrade – Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias

Orientadores: André L. Rossi e Yordy E. Licea

Contribuição da Microscopia Eletrônica para o Entendimento do Corona Vírus (Covid-19)

O objetivo deste trabalho foi investigar, na literatura científica, as contribuições da microscopia eletrônica e da nanotecnologia para o entendimento do corona vírus e realizar uma atualização bibliográfica sobre trabalhos que tenham contribuído no entendimento da Covid-19. A busca bibliográfica foi realizada nas plataformas Google Scholar, PubMed, Scopus, Science Direct e Elsevier, com pesquisas com as palavras-chaves “microscopia eletrônica” e “covid”. O resultado da busca gerou 16 trabalhos publicados em revistas indexadas.

Os artigos científicos foram divididos em 4 grupos, de acordo com as técnicas de microscopia eletrônica utilizadas. Um trabalho de cada grupo será apresentado para exemplificar as técnicas usadas e suas contribuições para o entendimento do vírus. Os quatro grupos são: (1) Imagens convencionais de microscopia eletrônica de transmissão (TEM), usadas para revelar a morfologia do vírus e sua interação com as células; (2) Estudo de Nanopartículas para diagnóstico; (3) Estudos de Nanomateriais para combater o vírus e (4) Crio Microscopia de Partícula Única para estudo da estrutura molecular do vírus. Nestes trabalhos, analisamos as diversas técnicas de Microscopia Eletrônica e seus fundamentos físicos.

Alunas: Analice Ferreira de Mello – Colégio Pedro II Campus Tijuca; Laura Toledo S. Martiniano Ferreira – Colégio São Vicente de Paulo e Maria Eduarda Moraes Braga – Colégio Pedro II Campus São Cristóvão
Orientadora: Lia Souza Coelho

Construção do canal do YouTube “Mini Einstein- ciência para crianças”

Com a Pandemia de Covid-19 iniciada em 2020, criamos o Canal Mini Einstein – Ciência para Crianças, que foi criado para resolver o problema de não podermos estar presencialmente no laboratório e também ensinar ciência às crianças de forma simples e lúdica, além de ajudar a expandir a área de influência do CBPF, dando mais visibilidade ao centro de pesquisa.

Nesse sentido, o intuito era realizar um projeto que pudesse alcançar rapidamente o público infantil. Então utilizamos a internet, que permitiu compartilhar conhecimento de forma dinâmica, ao mesmo tempo com a capacidade de atingir uma ampla rede de influência.

Para a elaboração do projeto, aprendemos a utilizar a ferramenta Trello e assim organizamos as tarefas e entregas. Criamos o canal no Youtube, construímos o nosso personagem utilizando apenas os recursos disponíveis em casa e decidimos o tema do vídeo contextualizando com a pandemia. Elaboramos um roteiro utilizando fontes confiáveis, como revistas científicas e artigos científicos, adaptamos a linguagem científica à linguagem infantil e fizemos duas simulações de vídeo. Com todo o projeto encaminhado, tivemos apenas um encontro no CBPF para a gravação final e editamos o vídeo através do aplicativo SonyVegas14.

A fim de alcançar o máximo de visualizações, divulgamos o canal por meio do Tik Tok e Whatsapp e, ao final, atingimos excelentes números de visualizações Youtube e Tik Tok em pouco tempo. Contudo, graças ao projeto adquirimos bastante conhecimento, como aprender a editar, nos organizar pelo Trello, escrever roteiros, interpretar e adaptar a linguagem científica, pesquisar em fontes confiáveis e trabalhar em grupo de forma remota. Portanto, o projeto alcançou seu propósito e foi muito agregador à nossa trajetória.

Alunos: João Pedro Vitório Urruchua – Colégio Pedro II Campus Tijuca II e Denilson Leonardo Monteiro – CEFET-RJ Campus Maracanã

Orientador: Alberto P. Guimarães

Propriedades dos skyrmions magnéticos

Skyrmions são estruturas nanomagnéticas com interessantes propriedades, como polaridade e topologia estáveis. Existem duas grandes classes de skyrmions: Bloch e Néel, que se diferenciam segundo a rotação no plano da magnetização. Tais estruturas podem ser aplicadas no desenvolvimento de novas tecnologias, nas quais os *bits* correspondem à ausência ou presença de skyrmions. Os skyrmions têm a capacidade de ser deslocados sob ação de uma corrente elétrica, podendo ser utilizados em sistemas de memória.

Através do programa de simulação numérica Mumax3, estudamos as propriedades dos skyrmions de tipo Néel, em nanodiscos de material magnético. Obtivemos curvas de magnetização *versus* campo magnético aplicado (histereses), as quais mostram como a magnetização depende de T . Foram obtidas ainda curvas da grandeza carga topológica Q *versus* campo aplicado, sendo o campo paralelo ao plano do disco. Essas curvas foram obtidas para diferentes temperaturas. Finalmente, um diagrama de fases foi obtido, o qual mostra a estrutura magnética para diferentes valores do par de parâmetros: anisotropia magnética (K_u) e DMI. Esse diagrama mostra a presença de variados tipos de skyrmions, classificados como π , 2π , 3π , 4π e 5π .

Aluna: Celinalva Rosas – Colégio Pedro II Campus Engenho Novo

Orientador: João Medeiros

Aplicação de Python e *Machine Learning* sobre dados Astrofísicos

O aprendizado de máquina consiste na análise computacional de dados para descobrir padrões estabelecidos que visam aprimorar o desempenho de uma tarefa preditiva. A partir de conhecimentos básicos de *machine learning* foi usado o modelo de “árvore de decisão” no desenvolvimento de previsões dos tipos de estrelas. Foi usado um conjunto de dados do site Kaggle contendo Magnitude Absoluta, Raio Relativo, Luminosidade Relativa, Temperatura Absoluta, Cor da estrela, Classe espectral e Tipo de 240 estrelas. No modelo de árvore de decisão, destaca-se o uso dessas grandezas como *features*, que são as colunas que caracterizam as estrelas e são usadas posteriormente para treinar o modelo preditivo.

Outra abordagem desenvolvida foi a aplicação de leis tradicionais da astrofísica, como a Lei de Stefan–Boltzmann, segundo a qual a energia radiante total por unidade de superfície (W) emitida por um corpo negro é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta, e a Lei de Deslocamento de Wien, que descreve o comportamento do comprimento de onda para o qual a intensidade da radiação é máxima em função da temperatura.

Comparam-se as informações obtidas nas várias abordagens, e as discussões desenvolvidas ao longo do trabalho são ilustradas por visualizações gráficas feitas em Python.

Aluna: Helena Grandchamp Venancio – Colégio São Vicente de Paulo

Orientadoras: Suzana Azevedo dos Anjos e Elena Mavropoulos Oliveira Tude

Avaliação da Vinculina expressa em superfície de fosfatos de cálcio e titânio

Estudo da formação do contato focal ao longo de 24 h

Biomateriais são materiais que ao serem implantados, são capazes de reparar ou substituir a função de um tecido deficiente. Dentro do campo dos substitutos ósseos, diversos biomateriais vêm sendo usados como substitutos ósseos e dentários, sendo os fosfatos de cálcio e as próteses de titânio os materiais mais utilizados nas terapias ortopédicas e odontológicas.

A resposta biológica resultada da interação tecido-biomaterial é diferente para cada biomaterial estudado. O Titânio (Ti) é um material inerte, altamente resistente, gerando pouca resposta biológica quando implantado, podendo restaurar em curto prazo a função sustentativa do tecido ósseo. Por este motivo, as próteses de titânio têm sido muito utilizadas como substitutos ósseos. Fosfatos de cálcio, em particular a Hidroxiapatita (HA), é um material sintético de constituição muito semelhante à do osso humano que, ao ser implantado, sofre ação celular de osteoblastos, sendo incorporado ao novo tecido ósseo formado, acelerando a regeneração tecidual.

Em ambos os materiais, a interação célula-biomaterial é um passo primordial para a integração do biomaterial ao organismo, no caso do Ti é formado uma fina camada de tecido conjuntivo ao redor do biomaterial e no caso da HA as células são as responsáveis pela integração do material a nova formação óssea. Todas essas interações são precedidas pela etapa de adesão celular, onde as células interagem diretamente com a superfície do biomaterial e a capacidade de adesão célula-material pode ser avaliada incluindo a presença de proteínas de ancoragem como a vinculina, actina e tubulina.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a presença da vinculina nas superfícies de HA e Ti em diferentes tempos de adesão. Os resultados indicam que em tempos iniciais a expressão da vinculina já pode ser reconhecida nas amostras, demonstrando a capacidade de aderência da célula ao biomaterial.

Alunos: Daniel Freitas dos Santos – Colégio Pedro II Campus Centro e Ruan Lourenço Silva – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) – Campus Maracanã

Orientador: Sebastião Alves Dias

Uma ilustração simples do emaranhamento

Nesta apresentação, consideramos um sistema de duas partículas não interagentes localizadas num poço de potencial infinito. Duas situações são abordadas: 1) o estado do sistema é um produto tensorial de estados de cada uma das partículas, consideradas isoladamente; e 2) o estado do sistema não é um tal produto tensorial. Na descrição das duas situações são explorados e citados os diversos postulados nos quais a Mecânica Quântica se estrutura, com particular ênfase à questão do colapso da função de onda e suas consequências sobre as diversas partes do sistema.

Aluno: Gustavo Reis da Silva – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

Orientador: Herman Pessoa Lima Junior

Construção de um telescópio de múons utilizando cintilador plástico e eletrônica digital com FPGA

Os múons são partículas elementares, da categoria dos léptons. Descobertos em 1937, tais partículas têm massa cerca de 200 vezes maior que os elétrons, e detêm a mesma carga elétrica. Os múons observados na Terra são provenientes de raios cósmicos, os quais trazem píons, que decaem naturalmente em múons e antimúons, entre outras partículas.

O telescópio de múons consiste em uma ferramenta que detecta os múons que chegam à terra em diversos locais, altitudes e ângulos. O instrumento é composto de duas partes, os sensores de múons e a parte eletrônica. Os sensores são compostos de dois cintiladores plásticos, que emitem luz quando partículas carregadas os atravessam, e por sensores fotoelétricos, que detectam a luz emitida. Já a parte eletrônica é constituída de circuitos comparadores, que realizam a interface entre os sensores fotoelétricos e a eletrônica digital, esta constituída de um módulo FPGA (*Field Gate Programmable Array*).

Devido às adversidades decorrentes da pandemia, não foi possível a montagem completa do telescópio em laboratório até a presente data. Por outro lado, foi possível desenvolver todo o projeto da eletrônica digital, programação e testes com o módulo FPGA. Foram também feitos testes utilizando geradores de pulsos em períodos pseudoaleatórios com a plataforma Arduino, de forma a tentar simular o funcionamento real do telescópio.

Alunos: Maria Fernanda Guimarães de Moraes e João Pedro Carvalho Ballero – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: Marcos de Castro Carvalho

Tratamento de despoluição dos efluentes têxteis através da Fotocatálise Heterogênea com o semicondutor dióxido de titânio (TiO₂)

A indústria têxtil tem grande impacto no meio ambiente devido seu descarte contaminante nos rios e mares. Os efluentes gerados por essas indústrias são ricos em resíduos de corantes usados para tingir os tecidos e fios. Esses materiais são compostos de diversos elementos tóxicos que, ao entrar em contato com os recursos hídricos, modificam as características do ecossistema presente, pois impedem a passagem da radiação solar.

Em consequência, é necessário utilizar um método de despoluição desses dejetos para a preservação do bioma e diminuir os impactos que tais compostos causam nos ecossistemas aquáticos, visando o reuso das águas para minimizar o desperdício. Uma das maneiras de realizar isto de forma eficiente e barata é o emprego da fotocatalise, que é a aceleração de uma fotorreação em presença de um catalisador. Essa reação é causada pela absorção de fótons de luz por um semicondutor, gerando radicais livres como a hidroxila, que são altamente oxidantes, de modo a degradar os poluentes dos efluentes de descarte.

Neste trabalho, iremos utilizar o semicondutor dióxido de titânio (TiO₂) como catalisador, pelo fato de ser o material mais empregado na fotocatalise heterogênea por reunir as seguintes características: não tóxico, baixo custo, insolubilidade em água, foto-estabilidade, estabilidade química em uma ampla faixa de pH e possibilidade de ativação pela luz solar e artificial. O uso do TiO₂ em uma reação de fotocatalise possibilita mineralizar os corantes liberados (principalmente os corantes AZO) empregados pela indústria têxtil, tendo como resultado final CO₂ e água.

Aluno: Ryan Coutinho Soares – Colégio Pedro II Campus Tijuca II

Orientadores: Flávio Garcia e Wesley Jalil

Nanocapas magnéticas autossustentadas para aplicações biomédicas

A nanotecnologia está em grande desenvolvimento e possui um alto potencial de gerar avanços importantes em diversas áreas, como ciência da computação e industrial. Nas áreas biológicas e médicas sua importância é ainda mais evidente, a exemplo do emprego das nanopartículas magnéticas para tratamentos de doenças e imageamento por ressonância magnética.

Atualmente, as nanopartículas de óxido de ferro [Fe₃O₄] se destacam nas aplicações biomédicas por satisfazerem os pré-requisitos de aplicação biológica. Do ponto de vista magnético, o principal pré-requisito é baixa remanência, pois evita aglomerações de nanopartículas, minimizando males ao corpo humano. Este projeto foi desenvolvido com o objetivo de produzir nanocapas magnéticas versáteis que possam ser otimizadas para aplicações específicas. O comportamento de vórtice magnético é fortemente desejado, pois possui a qualidade de aumentar o momento magnético sem perder a biocompatibilidade, e assim, ser mais eficientes para aplicações biomédicas diversas. Para orientar a fabricação das nanocapas e descobrir quais parâmetros utilizar, foram feitas simulações micromagnéticas pelo Mumax 3, que resolve a equação de movimento LLG, minimizando energias do sistema. Com base na análise conseguimos ter um entendimento tanto microscópico, quanto do estabelecimento do diagrama de fase, que possibilitará prever quais dimensões mais adequadas para otimizar propriedades magnéticas visando uma determinada aplicação.

De posse do diagrama de fase, nossa estratégia foi desenvolver sistemas de semicalotas de Permalloy [Fe-Ni], crescidos por *sputtering* sobre substratos compostos por nanoesferas de látex. A partir do controle da espessura da camada de Permalloy, do diâmetro das esferas de látex, obtemos nanocapas magnéticas autossustentadas, que devido à morfologia e ao modo de produção, tornam-se nanopartículas compatíveis com os pré-requisitos necessários para o uso biomédico.

Aluno: Jonas Gomes Kelby – Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CapUERJ)

Orientadora: Juciane Maria Alves

Processo de micro e nanofabricação por fotolitografia

Os circuitos integrados estão cada vez mais presentes no nosso dia a dia, são encontrados em celulares, *tablets*, computadores e em diversos outros aparelhos eletrônicos. Estes são constituídos por diversos componentes, como transistores, gravados em um pequeno substrato de silício, um chip. Para a construção dos circuitos integrados pode ser utilizada a técnica de fotolitografia, que consiste em gravar padrões (diagrama do circuito) em um substrato com milhares de transistores de dimensões micro e/ou nanométricas.

A fotolitografia vem evoluindo desde meados do século XX, possibilitando maior precisão na gravação dos padrões e permitindo que estes tenham dimensões cada vez menores. Com isso, é possível colocar um maior número de transistores em um espaço menor, aumentando a capacidade de processamento dos dispositivos.

O objetivo principal foi entender a técnica de fotolitografia, desde o histórico da fotografia, e o passo a passo utilizado no processo de micro e nanofabricação, onde o mesmo pode ser empregado na construção de circuitos integrados. Como exemplo de circuitos integrados produzidos por fotolitografia, observou-se o avanço de processadores, com o aumento do número de transistores e a diminuição de sua dimensão em diferentes décadas.

Aluno: Mauro Victor Ferreira Moledo – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientadores: Nahum Sá e Leonardo Cirto

Introdução aos Autômatos Celulares e suas aplicações

Autômatos Celulares são modelos de evolução temporal que, através de regras determinísticas simples, simulam o comportamento de estruturas complexas em função do tempo. O estudo sistemático dos Autômatos Celulares se inicia em 1983 a partir das análises do cientista britânico Stephen Wolfram que, posteriormente, desenvolve suas ideias no livro *A New Kind of Science*, publicado em 2002.

Muitas são as aplicações dos Autômatos Celulares. Destacam-se as no campo das ciências naturais, como simulação de queimadas e padrões de pigmentação em conchas de animais, constituindo o estudo dos Autômatos Celulares naturais; também há as contribuições no desenvolvimento de jogos, como geração de terreno aleatório e o Autômato Celular bidimensional mais conhecido e bem sucedido: *Game of Life* ou Jogo da Vida, inventado pelo matemático britânico John Horton Conway em 1970. O *Game of Life* é um modelo computacional de Autômato Celular que através de regras simples e predefinidas simula grupos de organismos que morrem e nascem ao longo do tempo. Pode-se verificar que é um autômato *Turing* Completo, ou seja, tem o potencial de simular qualquer sistema de computador e executar qualquer programa.

O objetivo é, através do estudo dos Autômatos Celulares, introduzir a natureza dos sistemas complexos e realizar um aprofundamento no funcionamento e classificação dos elementos do *Game of Life*, além da própria implementação do modelo com a linguagem de programação *Python* e exibições animadas com a biblioteca *Matplotlib*.

Aluno: Raphael Nunes da Silva Moreira Souza – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Campus Maracanã (CEFET-RJ)

Orientador: Erich Cavalcanti

Simulando epidemia por caminhada aleatória

A modelagem de epidemias assumiu posição de destaque em 2020 devido à pandemia do Sars-Cov2. Matemáticos, físicos, estatísticos, entre outros, buscaram ao longo do ano passado o desafio de se criar modelos que pudessem gerar previsões da evolução da transmissão no mundo. Diversas previsões foram feitas com base nos mais diversos métodos (equações diferenciais, simulações computacionais etc.).

O presente trabalho tem a premissa de apresentar a evolução de um sistema compartimentado – formado por estados como suscetível, exposto, infectado e recuperado – para ilustrar e analisar uma epidemia do ponto de vista “microscópico”. Para tal finalidade, produzimos um código em Python que utiliza a ideia de *Random Walk* (caminhada aleatória), como motor de interação e evolução do sistema.

Aluno: Felipe Resende de Mendonça – Colégio São Vicente de Paulo

Orientador: Arthur Marques Moraes

Reconstrução de partículas

Na apresentação, que ocorrerá no dia 25 de março, farei um discurso sobre o que aprendi no ano atípico que foi 2020. Começarei introduzindo todos os presentes ao assunto do meu estudo, que é a reconstrução de partículas, ao explicar o que seriam as partículas subatômicas e, também, como funciona seu decaimento ao comparar com o do átomo. Posteriormente, mencionarei o CERN e o LHC e a importância de ambos para as pesquisas nessa área da física. Depois mostrarei passo a passo como fiz os gráficos, que servem tanto para a colisão de dois múons quanto para a de dois elétrons, desde o momento em que pego os dados e logo em seguida compararei com o gráfico do CERN. Identificarei partículas por meio de picos em determinadas áreas de massa e diferenciarei o que registrei na colisão de dois múons em relação aos dados coletados com dois elétrons. Por último, farei uma breve conclusão sobre a minha experiência no ProvoC do CBPF.

Aluna: Bianca dos Santos de Oliveira – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Nilópolis

Orientador: Marcos de Castro Carvalho

Utilização de POAs para tratamento de águas de abastecimento

No início do ano de 2020, a cidade do Rio de Janeiro se deparou com um grave problema em relação à água oferecida à população. Ela apresentava turbidez, cheiro e gosto incomuns, e foi constatado que a água fornecida pela CEDAE não estava própria para consumo. Os especialistas concluíram que o problema apresentado foi causado pela presença em excesso de geosmina (composto orgânico produzido pela bactéria *Streptomyces coelicolor*) e da molécula 2-metilisoborneol (MIB) na água tratada.

Os ambientes aquáticos possuem excesso de nutrientes orgânicos que causam a eutrofização dos mananciais e isto contribui para o crescimento de algas e cianobactérias, ocasionando o fenômeno conhecido por *bloom*. Associado a este fenômeno está a produção de MIB (ou simplesmente 2-metilisoborneol) e a geosmina (Trans-1,10-Dimetil-trans-9- decalol).

Percebendo a necessidade de métodos de tratamento mais eficientes, sustentáveis e de baixo custo, foi proposto um sistema alternativo de tratamento de água baseado nos POAs (Processos Oxidativos Avançados). Os POAs consistem na formação de espécies químicas com alto poder oxidante proporcionado por reações fotocatalisadas capazes de mineralizar poluentes orgânicos, bem como as possíveis bactérias presentes na água. O reator proposto se fundamenta na fotocatalise, que é um processo em que um semiconductor (catalisador) é ativado por meio da ação da luz, gerando radicais oxidantes capazes de destruir resíduos moleculares complexos e tóxicos em gás carbônico (CO₂) e água (H₂O), de forma a eliminar poluentes orgânicos da água e possíveis microrganismos.

Aluno: Luã Magalhães do Nascimento – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientadora: Silvia Albuquerque

Hidroxiapatita: Biomaterial utilizado em Medicina e Odontologia para Regeneração Óssea

A Hidroxiapatita sintética $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ é um composto do tipo fosfato de cálcio, largamente utilizado como biomaterial para tratamentos médicos e odontológicos. Isto se deve, principalmente, à similaridade entre ela e a estrutura mineral do tecido ósseo humano, o que lhe garante uma alta biocompatibilidade e baixa rejeição por parte do nosso organismo.

Para melhor compreender a atuação da hidroxiapatita no ramo da medicina, o trabalho apresenta uma breve introdução, tratando do tecido ósseo e suas patologias, bem como dos diferentes tipos de biomateriais e suas principais características. O foco, então, é dado ao processo de síntese da Hidroxiapatita – baseado no método por via úmida, utilizado no Laboratório de Biomateriais do CBPF – e às posteriores etapas de caracterização físico-química do composto.

O objetivo principal do trabalho foi realizar uma revisão da literatura, retratando a estrutura básica da hidroxiapatita, seu processo de síntese, suas características físico-químicas e sua relevância como biomaterial para a regeneração óssea.

Aluno: Victor Hugo Herculano Tavares – Colégio Pedro II Campus São Cristóvão

Orientadora: Silvia Albuquerque

**Hidroxiapatita substituída com metais:
Biomaterial utilizado em medicina e odontologia**

Biomaterial à base de fosfato de cálcio com composição química similar à fase mineral dos tecidos ósseos que pode ser utilizado tratando lesões, perdas ósseas e doenças associadas ao tecido ósseo, a Hidroxiapatita [HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$], durante os últimos anos foi o principal material de escolha para a reposição do tecido ósseo em aplicações médicas, ortopédicas e odontológicas por sua biocompatibilidade, ou seja, não induz a rejeição por parte dos tecidos.

A estrutura da Hidroxiapatita permite substituições catiônicas isomorfas com grande facilidade. Nesta pesquisa vamos abordar estas substituições no sítio dos metais, o sítio do Ca, usando o Zn como substituto, já que ele tem uma grande importância biológica, participando do metabolismo celular, do crescimento, resposta imune do organismo e outras funções.

Existem muitos métodos que são utilizados para sintetizar a Hidroxiapatita, mas o método utilizado no Laboratório de Biomateriais do CBPF é o da precipitação em solução aquosa, que envolve reações entre precursores de cálcio e fósforo com controle de temperatura e pH da solução, além da concentração dos reagentes.

Ao final da síntese é preciso saber se o produto obtido foi realmente a HA desejada, logo, é necessário realizar uma caracterização físico-química. A caracterização é feita por Difração de Raios-X (DRX), Infravermelho por Transformada de Fourier (IVTF – FTIR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), métodos que comprovarão que o material obtido é a Hidroxiapatita substituída.

Aluna: Millena Avendano de Carvalho – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: Francisco Bento Lustosa

A ciência das ondas gravitacionais

O estudo de ondas gravitacionais tem sido intensificado cada vez mais com o passar dos anos. Atualmente, é possível perceber um número maior de pesquisadores focando seus trabalhos exclusivamente na aprimoração de seus conhecimentos relacionados a essas ondas. Sendo o motivo do Prêmio Nobel de Física em 2017, é inquestionável a importância dessa nova área da astrofísica.

Em resumo, ondas gravitacionais são perturbações no espaço-tempo muito fracas, causadas pelos movimentos de corpos em geral e, por isso, os principais candidatos para a sua observação são eventos em que há a colisão de objetos supermassivos. Foram teorizadas por Albert Einstein em 1916, porém só foram comprovadas em 2015, com a primeira detecção observada pelo LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*). Esta detecção foi associada a um binário de buracos negros e iniciou uma nova era na astrofísica.

O objetivo desta apresentação é mostrar o desenvolvimento da teoria e o que há por trás da observação das ondas gravitacionais. Primeiro, como se chegou à descoberta do formato da onda e de suas características. Posteriormente, demonstramos como foi feita a detecção e o levantamento dos dados, além de falar da importância dessas pesquisas para futuras descobertas no âmbito científico.

Aluno: Pedro Videira Rubinstein – Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)

Orientador: Jônathas Rafael de Jesus

Síntese e caracterização de nanopartículas de α -Fe₂O₃

Materiais nanoestruturados são usados nos mais diversos campos de aplicação. O bom controle dos tamanhos, distribuição de tamanhos e morfologia, são alguns dos principais desafios para sua obtenção, exigindo, muitas das vezes, sínteses complexas e de alto custo. Para contornar este problema, propomos a síntese do α -Fe₂O₃ usando o método de coprecipitação com adição de sacarose. Inicialmente, a caracterização será feita com a técnica de difração de raios X (DRX). Ela permite, dentre outras coisas, identificar a composição e organização dos átomos, bem como estimar os tamanhos das nanopartículas.

Compreender os princípios teóricos que norteiam a técnica de DRX, bem como conhecer as possibilidades de organização dos átomos nos materiais, são essenciais para entender como é possível extrair informações da estrutura cristalina. Partindo deste princípio, e sabendo que um material cristalino possui uma organização bem específica de longo alcance prevista pelas redes de Bravais, é possível usar a Lei de Bragg para descrever as posições angulares em que ocorrerá interferência construtiva ou destrutiva ao incidir um feixe de raios X num determinado material. Do ponto de vista mais prático, essas posições e as intensidades relativas entre os picos presentes na medida permitem não só identificar as fases cristalinas como também quantificá-las.

Logo, além de sintetizar os materiais nanoestruturados, um dos objetivos do trabalho foi compreender o fenômeno de DRX e sua aplicação para a caracterização de materiais. Para isso foram realizados estudos dirigidos e seminários voltados a compreender o fenômeno de DRX, que passa pela produção de raios X, interferência e difração de ondas eletromagnéticas, e também a organização das estruturas cristalinas.

Aluno: Kim Kakeya V. de Carvalho – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: Calazans Barbosa Marques Macchiutti de Oliveira

Desenvolvimento de um modelo de trem de levitação magnética por supercondutividade para divulgação científica

Materiais supercondutores são muito relevantes pelas diversas propriedades físicas em baixa temperatura. Neste regime encontram-se características como temperatura de transição de estado (T_c), resistividade nula e o efeito Meissner, que também é conhecido como “levitação magnética”. Todos estes comportamentos dos supercondutores têm chamado bastante atenção para aplicação tecnológica. Como exemplo, pode-se citar o armazenamento de energia cinética por um *flywheel* supercondutor e principalmente o movimento de trens por levitação. Esses veículos, conhecidos como MAGLEV, podem se sustentar nos trilhos sem contato e assim evitam o atrito com o chão.

Nosso projeto tem como foco o desenvolvimento de um modelo de divulgação científica baseado nessa última aplicação. Desta forma, por conta do período pandêmico, foram apenas estudados os conceitos teóricos e práticos que envolvem o fenômeno da supercondutividade, o processo de síntese de um supercondutor e as técnicas de medidas das propriedades supercondutoras através de instrumentos no CBPF. Na síntese, foi estudada a produção de um supercondutor tipo II de fórmula $YBa_2Cu_3O_7$ de baixo custo. Em seguida, buscou-se compreender as formas de verificação das propriedades do material através da utilização da técnica de difração de raios X e medidas de propriedades físicas pela máquina *PPMS Dynacool*, que mede a magnetização do material por campo magnético aplicado e a resistividade em baixas temperaturas. Como resultado, temos a produção de um material de divulgação científica para o estudo de supercondutores que se dará na forma de um modelo funcional baseado em uma escala de trem de levitação por supercondutividade. Além disso, tem-se como objetivo o avanço no conhecimento das técnicas de síntese em laboratório, para que em projetos futuros sejam possíveis sínteses mais complexas e eficientes.

Aluno: Rodrigo da Silva Ferreira – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)

Orientador: André Drummond

Análises de processos de síntese de nanopartículas pelo método do arco elétrico

As pesquisas nas ciências nas últimas décadas passaram a utilizar escalas de comprimento não habituais no mundo cotidiano. Um exemplo disto está na nanotecnologia, área de estudo que apresenta grande diversidade e aplicações na física, engenharia, química e biologia. Esta nova forma de tecnologia só pôde ser expandida devido ao desenvolvimento de equipamentos que permitem trabalhar com comprimentos muito pequenos.

As nanopartículas são a matéria-prima da nanotecnologia e estão compreendidas no intervalo de 1 a 100 nanômetros. O uso destas partículas pode ocasionar impactos enormes, com a geração de alterações em materiais, com o objetivo de aumentar a resistência, condutibilidade, respostas óticas, elasticidade, dentre outras características.

Já existem nanopartículas sendo comercializadas, como o dióxido de titânio, ouro, prata e cobre que, quando adicionados a plásticos podem alterar suas características para promover um melhor desempenho. Entretanto, a nanotecnologia ainda apresenta algumas dificuldades e uma grande parte delas está relacionada ao processo de síntese das partículas, com taxas de produção baixas e dificuldades de manuseio dos materiais. Por este motivo, o objetivo deste trabalho é analisar um dos modos de sintetizar nanopartículas e, assim, investigar possíveis variações que possam aprimorar o método escolhido, o de síntese através do uso do arco elétrico.

Aluno: Pedro Alípio Barreto Batista – CEFET Campus Itaguaí

Orientador: José Abdalla Helayél-Neto

Os áxions e suas propriedades

O crescente interesse na Física dos **áxions** e das denominadas **ALPs (Axion-like Particles)** e suas interações, em conexão com a disponibilização de LASERs na faixa dos Peta-Watts (*SULF-Shanghai* e o *Europe's Extreme Light Infrastructure*) e das facilidades dos XFELs (*European X-Ray Free-Electron Laser Facilities*), constitui um grande estímulo para se fortalecer as linhas de investigação sobre teorias mais fundamentais que resolvam um número de problemas limitantes do Modelo-Padrão da Física de Interações Fundamentais.

Nesta direção, o estudo dos áxions aparece como uma relevante linha de pesquisa e pode ser motivado por seus possíveis efeitos em modelos estendidos de Eletromagnetismo não Maxwelliano (sobretudo os modelos não lineares), que se propõem a averiguar efeitos anômalos na propagação de fótons emitidos por objetos astrofísicos.

Neste contexto, a teoria conhecida como **Eletrodinâmica Axiônica** estuda interações entre áxions e outras partículas, contemplando um efeito extremamente interessante, no qual fótons se convertem em áxions, e vice-versa: o **Efeito Primakoff**.

Com o propósito de se buscar Física mais fundamental, teorias como as supercordas, por exemplo, deram origem a uma classe mais geral de partículas com características axiônicas, conhecidas como ALPs, entre as quais as mais estudadas são os parafótons, fótons escuros e fótons de setores escondidos, que compartilham várias propriedades com os áxions. Recentemente, em 2020, um importante artigo da **Colaboração ADMX (Axion Dark Matter Experiment)** foi publicado na *Physical Review Letters* com novos resultados sobre a busca de matéria escura sob a forma de áxions (doi: 10.1103/PhysRevLett.124.101303), o que é hoje uma das mais fortes motivações para o estudo destas partículas.

Aluno: Pedro Eduardo Santiago Brito – Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias

Orientador: Horácio Coelho Júnior

Caracterização de material *indoor* de SJM – RJ

Estima-se que atualmente a maior parte da população mundial viva em zonas urbanas, respirando diariamente os mais diversos tipos de poluentes. Isto porque existe um crescente número de veículos e inúmeras e diferentes atividades industriais presentes nas cidades, contribuindo para poluição do ar. A qualidade do ar é um dos principais fatores de risco para saúde da sociedade moderna, e por isso existe uma preocupação da comunidade científica sobre os efeitos da poluição atmosférica. Segundo a Organização Mundial de Saúde a expectativa de vida da população também está alinhada à poluição do ar. Neste contexto, cientistas elaboraram um novo campo de investigação sobre a qualidade do ar, o qual denominaram *HOMEChem* (*House Observations of Microbial and Environmental Chemistry*), assim designado a investigar o ambiente *indoor*.

A qualidade do ar interior (*indoor*) concerne à qualidade do ar dentro e ao redor de edifícios e estruturas, especialmente no que se refere à saúde e conforto de seus ocupantes. Investigar o material suspenso na atmosfera das residências pode ajudar a compreender o risco de problemas de saúde em ambientes fechados. Mais recentemente, uma pesquisa realizada no município de São João de Meriti (SJM) – Rio de Janeiro, mostra que o percentual de material particulado na atmosfera supera o limite estabelecido pelas instituições regulatórias, motivando pesquisas sobre o assunto. Neste estudo, apresentamos a caracterização de material *indoor* de SJM-RJ. Análises do material coletado utilizando microscopia eletrônica de transmissão revelaram a presença de nanocristais compostos de potássio, oxigênio, sódio, cálcio, silício e enxofre. O potencial de risco do material nanoparticulado *indoor* para a saúde associado à poluição é proposto e pode ser promissor na campanha *HOMEChem*.