



**XXIV SEMINÁRIO DE VOCAÇÃO
CIENTÍFICA**

**DO CENTRO BRASILEIRO
DE PESQUISAS FÍSICAS**

6 DE ABRIL DE 2022

**CANAL DO CBPF VÍDEOS DO
YOUTUBE**

APRESENTAÇÃO

O XXIV Seminário de Vocação Científica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas é o resultado do trabalho desenvolvido por estudantes do Ensino Médio de escolas públicas e privadas do estado do Rio de Janeiro com seus orientadores – pesquisadores, técnicos, doutorandos, mestrandos e colaboradores desta Casa.

O Programa de Vocação Científica (PROVOC) do CBPF existe há 25 anos e o tempo é a prova de que as atividades desenvolvidas aprofundam a formação científica dos jovens, despertando neles o interesse pela pesquisa e contribuindo para sua escolha profissional.

Muitos foram os desafios ao longo desses anos, porém ainda estamos enfrentando uma pandemia global e mesmo assim não interrompemos nosso trabalho, cientes de sua importância na vida dos alunos, familiares, orientadores e gestores.

Marcos de Castro Carvalho

Responsável pelo PROVOC / CBPF

Aluna: Celinalva Rosas de Souza – Colégio Pedro II Campus Engenho Novo

Orientador: Herman Pessoa Lima Júnior

Telescópio de Múons Cósricos com Aquisição de Dados Baseada em Eletrônica Digital

O múon é uma partícula subatômica instável produzida através da interação dos raios cósmicos com a atmosfera terrestre. É a partícula elementar carregada mais abundante na superfície da Terra e este fator faz com que seja ideal para a demonstração do presente projeto. Os múons chegam à superfície da Terra com velocidade próxima à da luz. São léptons produzidos através do decaimento de píons. Os raios cósmicos, também chamados de chuviros cósmicos, são partículas carregadas com energias muito elevadas e que atingem a Terra a todo momento.

Neste trabalho, buscamos compreender o funcionamento do telescópio de múons, ferramenta experimental composta por dois conjuntos – cintilador plástico / guia de luz / tubo fotomultiplicador – polarizados por alta tensão, que funcionam como detector da luz (fótons) emitida pelo cintilador plástico quando atravessado por um múon. Também buscamos aprender sobre a eletrônica que pode ser utilizada para leitura dos detectores, com foco na eletrônica digital.

Foram utilizados materiais produzidos por pesquisadores do CBPF, bem como websites e textos acadêmicos que abordam assuntos sobre a Física de Partículas.

Alunas: Beatriz Morais Esteves Lima – Colégio Pedro II Campus Niterói e Lara Fernandes Ramos – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET Campus Maracanã

Orientadoras: Elena Mavropoulos e Juliana Maximiano

Avaliação da Interação entre Células Osteoblásticas e Nanopartículas de Zinco Carbonato Apatita para a Formação de Nódulos de Mineralização

O tecido ósseo é o principal componente do esqueleto, sendo multifuncional, metabolicamente muito ativo e constituído por um material extracelular calcificado ou mineralizado, denominado matriz óssea. Além disso, é formado por uma população heterogênea de células em diferentes estágios de diferenciação celular. Este tecido é continuamente renovado a partir da atuação de células especializadas, através do ciclo de remodelamento ósseo, permitindo que os tecidos já gastos ou que tenham sofrido lesões sejam trocados por tecidos novos e saudáveis.

Sendo assim, a aplicação de biomateriais na medicina regenerativa torna-se uma possibilidade para contribuir com o remodelamento ósseo, tornando este processo mais eficaz e rápido. Então, na busca por um “biomaterial padrão-ouro”, a hidroxiapatita sintética surge como uma opção, sendo uma ferramenta versátil para o desenvolvimento de novos materiais que simulem a composição do tecido ósseo, podendo induzir o crescimento deste tecido. Isto é possível devido ao conjunto de propriedades da hidroxiapatita, que podem ser moduladas pela incorporação e substituição de íons. Sendo assim, o biomaterial utilizado neste projeto é uma hidroxiapatita que sofre incorporação dos íons de carbonato e zinco, tornando-se uma Zinco Carbonata Apatita (ZnCHA).

Então, o objetivo do nosso projeto é avaliar o potencial desse biomaterial para a formação de nódulos de mineralização em células osteoblásticas, através do ensaio de biomineralização e examinar uma possível toxicidade causada às células osteoblásticas devido à utilização da ZnCHA, através do ensaio de citotoxicidade.

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

Orientador: Leonardo Cirto

Algoritmo Quântico de Shor e Criptografia RSA

A criptografia é o estudo de técnicas para proteger a troca de informações, e sua utilização é datada de séculos antes de Cristo. Atualmente, grande parte das transações financeiras e trocas de mensagens na internet é criptografada pelo Algoritmo de Chave Pública RSA. O método RSA foi criado na década de 70 e sua segurança é baseada na dificuldade de fatorar com eficiência o produto de dois números primos grandes.

Entretanto, em 1994 Peter Shor propôs um algoritmo quântico eficiente para a fatoração em primos. Algoritmos quânticos exploram fenômenos da física quântica e são 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 estes valores. Explorando essas possibilidades, o algoritmo de Shor é capaz de fatorar um inteiro muito mais rapidamente que o melhor algoritmo clássico conhecido. O Algoritmo de Shor, implementado em um computador quântico com os requisitos computacionais necessários, simplificaria a fatoração em primos e enfraqueceria boa parte do sistema criptográfico atual.

Desde 2016 a empresa IBM permite o acesso gratuito a protótipos de computadores quânticos na plataforma IBM Quantum Experience. Neste trabalho, a segunda parte de um projeto de 2 anos, estudamos ferramentas relacionadas à implementação do algoritmo de Shor na plataforma da IBM (complexidade de algoritmo, conceitos de mecânica quântica e circuitos quânticos).

Alunos: Maria Eduarda Moraes Braga – CP II São Cristóvão, Maria Clara de Jesus C.

Mathias – CP II Humaitá e Ryan Hályson J. Dias – IFRJ Nilópolis

Orientadora: Lia Souza Coelho

Realização de vídeo para o canal do YouTube

“Mini Einstein – Ciência para Crianças”

Este projeto é continuação do projeto de 2020, no qual foi criado um canal na plataforma YouTube com o intuito de ensinar ciência para crianças de forma simples e lúdica e ajudar a expandir a área de influência do CBPF, dando mais visibilidade ao centro de pesquisa. Neste 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 e lúdica ao mesmo tempo, com a capacidade de atingir uma ampla rede de influência. Para sua elaboração, aprendemos a utilizar a ferramenta Trello e assim organizamos as tarefas e entregas do projeto. O Canal e o boneco foram os mesmos do projeto inicial, o que facilitou a concretização do projeto. O primeiro vídeo foi sobre o Coronavírus e a Covid-19, e o atual sobre Física Quântica. Elaboramos um roteiro utilizando fontes confiáveis, como revistas e artigos científicos, adaptamos a linguagem científica à linguagem infantil, fizemos a gravação do vídeo no CBPF e o editamos através do aplicativo SonyVegas14. A fim de alcançar o máximo de visualizações, divulgamos o canal por meio do Instagram e do Whatsapp e, ao final, atingimos excelentes números de visualizações em pouco tempo. Com este trabalho, adquirimos bastante conhecimento, como aprender a fazer edição de vídeos, elaborar roteiros, organizar um projeto pelo Trello, interpretar e adaptar a linguagem científica para crianças, pesquisar em fontes confiáveis e trabalhar em grupo de forma remota. Portanto, o projeto alcançou seu propósito e foi muito agregador à nossa trajetória.

Aluna: Paula Menezes Paulino Aleixo – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET Campus Maracanã

Orientador: Leonardo Ospedal Prestes Rosas

Introdução à Relatividade Especial

Neste projeto procuramos apresentar uma introdução à Relatividade Especial. Para discutir tal assunto, introduzimos alguns conceitos fundamentais como, por exemplo, diagramas espaço-temporais, eventos, linhas de universo e superfícies de simultaneidade. Em seguida, abordaremos a questão do cone de luz e sua conexão com a causalidade. Por último, discutiremos as transformações de Lorentz e o limite de baixas velocidades.

Aluno: Pedro Henrique Hoyos Kahn de Carvalho – Colégio Pedro II Campus Tijuca

Orientador: Nelson Pinto-Neto

Consequências da invariância da velocidade da luz para a relatividade do tempo e a adição de velocidades para diferentes referenciais

Será apresentado um problema de Física que intrigou os cientistas do final do século XIX e início do século XX até ser resolvido e mudar a História da Ciência para sempre. A velocidade da luz não tinha nada de especial durante o desenvolvimento da Física Clássica, e a Relatividade descrita por Galileu pode ser entendida por qualquer cidadão comum, tanto no século XVII, quanto agora. No entanto, conforme a tecnologia evoluiu a partir de Galileu, cresceram as aplicações mais engenhosas da luz e as contradições a seu respeito começaram a surgir. A luz era antes entendida ora como onda, ora como partícula; de velocidade ora variável, ora infinita; além de pertencente a uma espécie de “éter”. Passa então por experimentos que apontam de velocidade constante, além de independente de referencial. A consequência desse resultado foi por algum tempo um “sério embaraço”, pelas palavras do físico Albert Einstein. Não obstante, este foi o físico que resolveu o problema e apresentou a forma mais apurada e coerente de como a luz se comporta, bem como alterou muitos dos conceitos assumidos como inalteráveis até então. O tempo, antes absoluto, passou a ser relativo e dilatar de acordo com a velocidade do referencial, o que o faz relativo. Desta revolução na Física tira-se o nome Teoria da Relatividade Restrita.

Nos dias atuais, o aparato tecnológico humano aplica frequentemente os princípios tirados da Teoria da Relatividade Restrita de Einstein. Experimentos com partículas criadas por raios cósmicos de alta energia em grandes altitudes e testes práticos com relógios atômicos dos mais apurados comprovam que, de fato, as medidas de tempo dependem de referencial. De lá pra cá, a tecnologia não tem avanços significativos de modo a contradizer embaraçosamente o que Einstein pensou, mas algum dia isso poderá acontecer.

Alunos: Giovanna Lopes das Virgens de Lima – Colégio Pedro II Campus Centro e Marcus Vinícius Avila Morais – Colégio Pedro II Campus São Cristóvão

Orientador: Horácio Coelho Júnior

**Estudo qualitativo de material particulado *indoor*
utilizando microscopia eletrônica de transmissão**

O material particulado *indoor* é uma parte natural da atmosfera dentro e ao redor de edifícios e estruturas, composto por partículas sólidas ou líquidas, constituídas de elementos químicos originados de uma variedade de fontes. Em geral o tema é comumente empregado ao que se refere à saúde e ao conforto de ocupantes em ambientes fechados. Partículas com diâmetro menor que $2,5\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) oferecem elevado risco à saúde, enquanto partículas consideradas como ultrafinas (de $1,0\mu\text{m}$ de diâmetro ou menos) podem penetrar nos tecidos e órgãos humanos, sendo ainda mais prejudiciais à saúde. Uma pesquisa recente baseada na distribuição de $\text{PM}_{2,5}$ estimada por dados de satélite, revela a importância em se discutir padrões mais restritivos sobre a qualidade do ar no Brasil. O estudo revela que a densidade de $\text{PM}_{2,5}$ sobre a região do estado do Rio de Janeiro encontra-se na faixa de nível médio a alto, motivando assim mais pesquisas sobre o assunto. No presente trabalho investigamos o material particulado *indoor* empregando técnicas de Microscopia Eletrônica de Transmissão (sigla em inglês TEM) na caracterização estrutural e elemental de material coletado na atmosfera da cidade de São João de Meriti (SJM) e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), regiões localizadas no estado do Rio de Janeiro. Nosso estudo preliminar identificou a presença de nanocristais nas amostras coletadas nas duas regiões (SJM e CBPF). A análise elemental indica que elementos considerados abundantes foram caracterizados nas duas amostras estudadas; entretanto, metais pesados como chumbo e ferro foram identificados na amostra coletada no CBPF. O estudo sugere a necessidade de maiores investigações sobre a possibilidade, por exemplo, de fenômenos associados à catálise de poluentes pelas nanopartículas presentes na atmosfera de SJM e do CBPF.

Alunas: Fernanda Costa Dantas – Colégio Pedro II Campus Humaitá e Ketyllen Dos Santos – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: José Abdalla Helayël-Neto (COSMO)

A Natureza e suas ondas

Em 1915, Albert Einstein propôs a sua célebre Teoria da Relatividade Geral (TRG). Já em 1916, foram lançadas duas previsões revolucionárias desta teoria: a possibilidade de existirem buracos negros e ondas gravitacionais. Ambos tiveram o anúncio de sua detecção cem anos mais tarde, em 2016. Por um século, estas entidades físicas poderiam parecer meras curiosidades matemáticas da TRG; hoje, são realidades físicas. Com a motivação de compreender a origem e a categorização das ondas de gravidade, este projeto concentrou seus esforços no estudo geral dos fenômenos ondulatórios tratados pela Física. Ondas mecânicas, ondas imateriais, ondas geofísicas e sísmicas, ondas de matéria no mundo quântico e as ondas gravitacionais. Foram feitos estudos para se compreender os conceitos que categorizam as ondas e o núcleo central do projeto focalizou as ondas gravitacionais e os buracos negros que, fundindo-se, produzem as ondas de gravidade, cuja detecção foi oficialmente anunciada em 11 de fevereiro de 2016.

O projeto realizado teve três objetivos centrais: (i) a compreensão dos diferentes fenômenos ondulatórios da Natureza; (ii) mostrar que um tópico simples – ondas – estudado no Ensino Médio é objeto de pesquisa de fronteira, o que as ondas gravitacionais ilustram com destaque e (iii) incentivar as jovens pesquisadoras a uma reflexão de caráter epistemológico. Com a marcha acelerada do negacionismo científico, é imprescindível compreender a essência do processo científico, a relação entre ciência básica exploratória – em níveis teórico e experimental – em uma ponta, e tecnologia e inovação tecnológica na outra ponta. O trabalho realizado pelas estudantes 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.

Aluno: Alonso Brêda Bassini – Colégio Pedro II Campus Realengo

Orientador: Flávio Garcia

Estudo e desenvolvimento de sistema para aplicação em Hipertermia Magnética

Neste trabalho realizaram-se estudos voltados para hipertermia magnética. Por ser uma das principais causas de morte em todo o mundo, o câncer tornou-se alvo de diversos estudos e pesquisas, com o intuito de desenvolver novas técnicas de diagnóstico e tratamento. Neste cenário, a hipertermia surge como tratamento alternativo contra o câncer. A hipertermia magnética consiste na implantação das nanopartículas magnéticas na região do tumor, pois tais partículas acabam gerando calor quando sujeitas a um campo magnético externo alternado. Como as células tumorais possuem menor resistência ao calor do que as células normais, elas podem ser mortas sem afetar o tecido sadio se a temperatura puder ser mantida dentro do intervalo de 42-45° C.

Inicialmente foram sintetizadas nanopartículas de hematita (α -Fe₂O₃) com morfologia de nanodiscos. Em seguida, elas passaram por um processo de redução, onde obtivemos a fase da magnetita (Fe₃O₄). Para análise morfológica desses nanodiscos utilizamos o Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV, onde foram realizadas análises estatísticas para estimar o tamanho médio das partículas. A estrutura cristalina da amostra foi estudada pela técnica de difração de Raios X. O ciclo de histerese foi obtido através da utilização de um magnetômetro de amostra vibrante. Por fim foram executados os experimentos de hipertermia magnética dos nanodiscos. Essas partículas podem apresentar o estado de vórtice magnético, propriedade de grande interesse para aplicações biomédicas.

Alunos: Brendha Veras de Lima Lopes – Colégio Pedro II Campus Realengo e Breno de Carvalho Correia – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: Sérgio José Barbosa Duarte

Gravitação Newtoniana Universal: A Física da Terra também se cumpre no céu

Isaac Newton, no século XVII, formulou uma Lei da Gravitação Universal que é até hoje utilizada para analisar sistemas planetários solares. Desta forma, foram estabelecidas as órbitas planetárias como curvas planas que satisfaziam as leis observacionais de Kepler. Elas estão na classe de curvas quadráticas e se configuram como seções planas da superfície cônica, geradas pela intersecção de um plano qualquer que cruza o eixo do cone. As cônicas são o círculo, a elipse, a parábola e a hipérbole.

Nosso trabalho analisa as órbitas planetárias com o auxílio de simulações computacionais. Com isso, em um problema gravitacional, as energias mecânicas das órbitas resultantes e suas excentricidades são decorrentes da energia de ligação do sistema e do momento angular do planeta.

Todavia, a Lei de Gravitação Universal não consegue explicar integralmente movimentos de corpos celestes em outras escalas. Por exemplo, as órbitas de estrelas em torno do centro galáctico deixam desvios ainda inexplicáveis pela proposta de gravitação newtoniana, levando a uma concepção de existência de uma matéria escura no universo; uma vez que dados observacionais apontaram que as velocidades de rotação de estrelas em torno de seus centros galácticos são maiores do que o previsto.

Nosso estudo procura estimular o estudo da gravitação newtoniana atrelado à geometria cônica e fomentar a busca pelo aprendizado através dos questionamentos dos fenômenos observados no movimento dos corpos celestes. E então, difundir o conhecimento sobre Física e Geometria para estudantes do Ensino Médio.

Alunos: Daniel Lipman Pchevuzinske e Nina Sofia Pereira Salomon – Colégio São Vicente de Paulo

Orientador: Sebastião Alves Dias

Uma apresentação ilustrada da Mecânica Quântica

Pretendemos apresentar uma descrição da nossa trajetória de estudos sobre a Mecânica Quântica, teoria que hoje é a base para a descrição da realidade física. Vamos descrever nossa experiência com o texto “O Enigma Quântico”, de Bruce Rosenblum e Fred Kuttner, nossos estudos de métodos matemáticos (cálculo e álgebra linear), fazer um resumo dos postulados da Mecânica Quântica e considerar uma aplicação simples deles a sistemas de dois níveis.

Alunos: Kim Kakeya e Mauro Moledo – Colégio Pedro II Campus Niterói

Orientador: Nahum de Sá

Análise de Propriedades de Sistemas Complexos por Meio da Modelagem Computacional

Pense em eventos do nosso cotidiano; em especial, dê atenção a como eles podem ser complexos: pandemias, o clima do planeta, queimadas na floresta e até o desmanche de castelinhos de areia da praia. Em Física, chamamos a área de estudo desses elementos de *sistemas complexos*.

Entretanto, a própria definição do que é a complexidade é, em si, algo complexo. A fim de facilitar o entendimento, podemos definir *sistemas complexos* como um conjunto de eventos semelhantes de tamanha magnitude a tornar impossível a análise completa de todos os eventos singularmente. Neste sentido, ainda podemos fazer previsões e medir parâmetros em nosso sistema por meio da análise do comportamento do conjunto de eventos como um todo – em vez de seguirmos cada grãozinho de areia, pensamos: “Qual o efeito geral de adicionarmos areia uniformemente ao topo? Em que ponto o castelo de areia desmancha por inteiro?”

Em nosso trabalho, realizamos a modelagem computacional dos sistemas complexos conhecidos como **percolação** e **montes de areia** para estudar suas propriedades, encontrando como pontos em comum dois conceitos importantes: a **criticalidade** e a **invariância espacial**.

A aplicação desses conceitos e do estudo de sistemas complexos como um todo permite uma maior compreensão dos mecanismos por trás do mundo em que vivemos, como um maior entendimento dos fenômenos climáticos que nos cercam. Além disso possuem diversas aplicações práticas no desenvolvimento de sistemas magnéticos, térmicos e eletro-eletrônicos.

Como resultado de nosso trabalho, desenvolvemos visualizações gráficas dos fenômenos estudados. Assim, buscamos promover um entendimento mais claro do assunto, de forma a possibilitar que cada vez mais pessoas tenham acesso ao campo da complexidade de forma simples.

Aluno: Eduardo Salles Azevedo Lemes – Colégio Pedro II Campus Centro

Orientador: Marcos de Castro Carvalho

Ressonância de Schumann

O espaço entre a Terra e a ionosfera forma um guia de ondas que tem sua frequência natural específica (frequência de ressonância) na frequência de 7,83 pulsações por segundo; esta frequência é constante e vai continuar sendo, imutavelmente. A frequência da pulsação da Terra se assemelha a alguns aspectos de seres vivos. A frequência das dessas ondas coincide com a frequência das ondas alfa do nosso cérebro, provavelmente por uma adaptação humana no decorrer da evolução de nossa espécie.

Uma das aplicações mais importantes da ressonância de Schumann é a detecção de descargas elétricas para o estudo de fenômenos como elfos e sprites, pouco registrados com imagens, e monitoramento de tráfego aéreo. Esta detecção pode ser feita através do posicionamento de 3 sensores de ressonância de Schumann.

O fenômeno da ressonância de Schumann foi assim denominado devido ao regime estacionário de ressonância que ocorre na ionosfera, descoberto por Winfried Otto Schumann. Este cientista nasceu em 20 de maio de 1888 em Tübingen, na Alemanha, era filho de um físico-químico, trabalhou em instituições de ensino muito relevantes e sempre esteve ligado ao saber, fazendo contribuições importantes para a ciência mundial.

Alunos: Danillo Valentino de Oliveira – Colégio Pedro II Campus Engenho Novo II e Giovanna Barbosa Samary Soares – Colégio Pedro II Campus Tijuca

Orientador: Francisco Bento Lustosa

Buracos Negros Primordiais: sua Relação com a Matéria Escura e o Planeta 9

Os buracos negros primordiais são objetos astrofísicos teóricos que teriam surgido nas primeiras fases da evolução do universo. Recentemente, eles ganharam atenção especial da comunidade científica principalmente por causa das detecções de ondas gravitacionais oriundas de buracos negros intermediários.

Já a matéria escura é um tipo de matéria cuja existência é observada por seus efeitos gravitacionais na dinâmica das galáxias. Ela constitui aproximadamente 23% do universo e sua existência já é amplamente aceita. Um dos grandes desafios da Física do século XXI é descobrir sua natureza.

Nos últimos anos, foram observadas anomalias nas órbitas de objetos transnetunianos (TNOs) que fomentaram a hipótese da existência do chamado Planeta 9. Alternativamente, estas anomalias poderiam, potencialmente, ser explicadas pela presença de um ou mais buracos negros primordiais no cinturão de Kuiper.

O objetivo desta apresentação é unir esses três temas, explicando-os e passando por tópicos principais relacionados a eles, como relatividade geral, formação de buracos negros, modelos cosmológicos e observações astrofísicas.

Aluno: Jonas Kelby – Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)

Orientadora: Juciane Alves

Etapas e Aplicações da Fotolitografia

Desde a década de 70 as tecnologias de microfabricação vêm se tornando cada vez mais importantes e hoje em dia são fundamentais para a nossa sociedade, uma vez que são responsáveis pela evolução na fabricação de celulares e computadores.

Chamamos de fotolitografia o processo que consiste na gravação de diversos padrões semicondutores em substrato de silício, resultando em um circuito integrado, que atualmente pode ter mais de um bilhão de componentes (transistores) em um único chip. O processo de gravação envolve etapas importantes, como aplicação de resiste, exposição, revelação e metalização, onde cada uma dessas etapas deve ser realizada cuidadosamente para não comprometer o projeto final. São usados frequentemente em laboratório e ainda mais industrialmente os substratos de silício, onde mais de 6 bilhões de dólares são gastos anualmente, produzindo 250 bilhões em dispositivos semicondutores. Alternativas de baratear os custos da microfabricação, como também minimizar os impactos ambientais, são estudadas a partir do uso de polímeros sintéticos e de um polímero biodegradável.

O objetivo principal deste trabalho foi, além de entender o processo de fotolitografia, mostrar como este pode ser aplicado a outras tecnologias, como aquela de fabricação de Dispositivos de Memória Orgânica e TEDs (*Transient Electronic Devices*). Neste caso, há vantagens não só para a tecnologia de microfabricação, mas também para o meio ambiente. Com isso, entenderemos no que consiste cada uma dessas tecnologias e quais as dificuldades inerentes à aplicação da fotolitografia nestes dispositivos, com base em artigos científicos.

Aluno: Maria Eduarda de Carvalho – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET Campus Maracanã

Orientador: Arthur Marques Moraes

Léptons: Passado, presente e futuro

O Modelo Padrão é a teoria que descreve os diferentes papéis de cada partícula elementar que conhecemos. Há dois grandes grupos aos quais as partículas podem pertencer. Aquelas que constituem a matéria – os férmions – e aquelas que comunicam as interações. Ainda existem dois subgrupos dentro da classe dos férmions: os quarks e os léptons. O último se refere ao que o presente trabalho abordará.

Foi realizada uma pesquisa a respeito da história, propriedades e futuros segmentos da área da Física de Partículas que desenvolve projetos com léptons. É de incrível valor o entendimento do passado para a compreensão do futuro; desta forma, pode-se, verdadeiramente, adquirir conhecimento através dos passos realizados por cientistas até o auge de seus trabalhos.

Portanto, o objetivo deste trabalho consiste em compreender a trajetória das pesquisas na área relacionada, adquirir conhecimento a respeito das propriedades descobertas de cada partícula leptônica e, ainda, se inteirar das questões mais recentes da atual Física de Partículas relativa ao tema tratado.

Aluna: Carina Agostinho Lima – Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias

Orientador: Nelson Pinto-Neto

Os primeiros segundos após o Big Bang: entendendo a nucleossíntese primordial

A nucleossíntese primordial foi o fenômeno de formação dos elementos leves que compõem o universo. Ela ocorreu, aproximadamente, dos primeiros 10 segundos aos 20 minutos após o Big Bang, início da expansão do Universo, e gerou a maior parte dos elementos hidrogênio, hélio, deutério e de outros núcleos leves que existem no universo. Ela foi teorizada pela primeira vez por Alpher, Bethe e Gamow.

Nos primórdios de tudo, poucos segundos após o Big Bang, o universo era muito quente e denso, lotado de quarks. Mais tarde, quando a temperatura do universo diminuiu (para 10^{13} K, mais especificamente), os quarks se fundiram para formar os prótons e nêutrons, que inicialmente estavam em uma razão de 1:1. Um pouco mais tarde, quando o universo esfriou para 10^9 K e a quantidade de prótons ultrapassou a quantidade de nêutrons, iniciaram-se as reações químicas entre essas partículas. Formou-se o deutério que, mais tarde, passou por fusões nucleares e gerou o trítio, o hidrogênio, o hélio, o lítio e o berílio. A razão entre os bárions (prótons e nêutrons) e os fótons que compõem o Universo é uma das evidências que sustenta a teoria da matéria escura e do Big Bang. Além disso, ela é atualmente usada para analisar a abundância dos elementos leves primordiais em proporções universais.

O objetivo do trabalho é analisar o contexto físico-químico onde se sucedeu a nucleossíntese primordial, além de dissecar a importância desta descoberta para a Astrofísica e a Cosmologia dos séculos XX e XXI. Através da análise de gráficos e equações e do estudo histórico da teoria, será possível compreender uma parte muito importante do princípio do Big Bang.

Alunos: Guilherme Firmino dos Santos e Luís Alberto Barros Rebello da Silva

Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAP-UERJ

Orientador: Emil de Lima Medeiros

A série de TV COSMOS: Uma odisseia pela vida e espaço

Nosso projeto consiste numa apreciação da série para TV *Cosmos*, idealizada e realizada pelo polímata Carl Sagan e sua esposa Ann Druyan. A série estreou em 1980, consistindo de 13 episódios com aproximadamente uma hora cada, foi acompanhada pelo lançamento do livro homônimo, e exibida pela empresa PBS. O material foi produzido pela KCET & Carl Sagan Productions, com financiamento pela BBC. Em cada um dos 13 episódios, o próprio Sagan apresenta ao público as maravilhas do oceano cósmico, discorrendo sobre temas tão diversos quanto a imensidão espacial e temporal do universo em que vivemos, o Big Bang ou as viagens espaciais, ao mesmo tempo em que nos conta sobre tantas e importantes descobertas científicas, sempre mencionando o contexto histórico em que foram feitas, e homenageando as pessoas envolvidas nessas conquistas revolucionárias do conhecimento humano. Além das maravilhas da ciência e do mundo, Sagan dá ênfase também à importância de medidas urgentes para salvar o planeta Terra.

Baseando-se nesta série *Cosmos*, os alunos resolveram destacar aqueles assuntos que mais empolgaram a dupla. Foi desenvolvida uma apresentação em slides retratando os temas mais cativantes, não correspondendo necessariamente à cronologia dos episódios, mas focando sim nos aspectos que mais nos fascinaram, como por exemplo, o calendário cósmico, as leis de Kepler, a possibilidade de vida em Marte, a expansão do Universo, o intrigante caso do caranguejo em cuja carapaça aparece gravada a face de um samurai, entre outros.

Aluno: Pedro Henrique Ferreira Amaro – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET Campus Maracanã

Orientador: Gabriel Fidalgo Queiroz da Silva

Avaliação de programas de reconstrução de micro-CT por luz síncrotron usando fibra ótica

A microtomografia computadorizada (micro-CT) é uma técnica não destrutiva de avaliação de materiais, ou seja, não é necessário destruir ou alterar a amostra para que se possa obter imagens de alta resolução e dados quantitativos e estruturais relacionados à amostra. Tal técnica utiliza o princípio físico da atenuação de radiação para formação de imagens bidimensionais e tridimensionais. O uso da micro-CT tem várias aplicações, sendo utilizada nas áreas médica, de análise geológica, inspeção industrial, entre outras.

A radiação de atenuação utilizada neste trabalho é a radiação síncrotron, uma radiação eletromagnética emitida por uma partícula carregada (elétrons ou pósitrons) movendo-se com velocidade relativística ao longo de uma trajetória curva dentro de um acelerador de partículas. Neste estudo, foi usada a fonte UVX do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas-SP. Na micro-CT, a amostra gira em torno de um eixo fixo, com passos angulares pequenos (neste caso, $0,18^\circ$), enquanto é exposta à radiação. Quanto menor o passo angular, mais radiografias da amostra são geradas, permitindo que seja obtida uma quantidade maior de informações sobre o material em estudo. Estas radiografias são capturadas por um detector de radiação, transformando-as em dados digitais. Os dados digitais precisam ser processados por programas de computador específicos para reconstrução de imagens tomográficas. Estes programas utilizam algoritmos matemáticos aplicados aos dados digitais. Assim, uma vez reconstruída a imagem, é possível obter dados quantitativos e estruturais da amostra, como tamanho e volume, além de ser possível visualizar a imagem em 3D e com alta resolução.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a precisão de três programas de reconstrução de imagens oriundas de micro-CT por luz síncrotron, a partir da aquisição de imagens de uma amostra de fibra ótica. Os programas utilizados foram Dragonfly, pyRaft e STP. Os resultados da reconstrução em tais programas foram analisadas no programa Avizo Fire 8.0. Por fim, os resultados da análise foram processados de maneira qualitativa e quantitativa, comparando as dimensões dos diâmetros externos e internos da fibra nas três diferentes reconstruções tomográficas.

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

Orientador: Jônathas Rafael de Jesus

Caracterização estrutural do supercondutor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$

Materiais supercondutores são usados nos mais diversos campos de aplicação, desde trens *maglev* até aceleradores de partículas. Estes materiais apresentam uma temperatura crítica (T_C) que corresponde à temperatura na qual ocorre a transição para o estado supercondutor. Em particular, o $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO), além de ser facilmente sintetizado em laboratório, é um composto que pode apresentar um estado supercondutor. Trabalhos prévios mostraram que a depender da vacância/excesso de oxigênio, esse material pode se apresentar com duas simetrias: tetragonal e ortorrômbica. Esses trabalhos ainda demonstraram que a supercondutividade desse material está diretamente relacionada aos planos cristalográficos formados pelos elementos cobre e oxigênio. Portanto, apenas o YBCO ortorrômbico possui o estado supercondutor. Assim, propomos neste trabalho a caracterização estrutural do YBCO usando a técnica de Difração de Raios X (DRX) aliada ao refinamento Rietveld. Ela permite, dentre outras coisas, identificar e extrair informações estruturais do material analisado. Os resultados obtidos mostraram que a amostra possuía a fase desejada com simetria ortorrômbica e grupo espacial ($Pmmm$). Os parâmetros de rede obtidos mostram que esses dados estão próximos aos publicados em trabalhos prévios, confirmando a sua confiabilidade. Ademais, mesmo na ausência de medidas elétricas e magnéticas, podemos sugerir que a amostra de YBCO analisada possui um estado supercondutor abaixo da T_C devido a sua simetria ortorrômbica.

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

Orientadores: Flávio Garcia e Wesley Jalil

Simulações micromagnéticas de nanopartículas

A nanotecnologia está em grande desenvolvimento e pode potencialmente contribuir em diversas áreas como ciência da computação, engenharia de materiais e biomédicas, através da aplicação de nanopartículas magnéticas. Em aplicações biomédicas, onde as nanopartículas são injetadas no corpo de pacientes para fins terapêuticos, esses materiais devem satisfazer determinados pré-requisitos. Do ponto de vista magnético, o principal pré-requisito é a baixa remanência das partículas, evitando a aglomeração do material e, conseqüentemente, efeitos prejudiciais ao corpo humano [1]. Portanto, deve-se escolher com cuidado o material e as dimensões das nanopartículas utilizadas a fim de se obter êxito durante uma terapia.

Neste projeto, programamos simulações micromagnéticas para nanopartículas de permalloy e magnetita utilizando o *software* Mumax³ [2]. Realizamos as simulações para diferentes dimensões de partículas a fim de se obter as configurações magnéticas energeticamente favoráveis.

Com base na análise dos dados conseguimos identificar as dimensões necessárias para se fabricar nanopartículas com baixa remanência, e portanto, boas candidatas para aplicações biomédicas.

[1] Blanco-Andujar, Cristina et al. Design of iron oxide-based nanoparticles for MRI and magnetic hyperthermia. *Nanomedicine*, v. 11, n. 14, p. 1889-1910, 2016.

[2] Vansteenkiste, Arne et al. The design and verification of MuMax3. *AIP advances*, v. 4, n.10, p. 107133, 2014.

Aluno: Vicente Bianchi Ferran – Colégio São Vicente de Paulo

Orientador: Clécio Roque De Bom

Aprendendo com as estrelas

Nesta contribuição, pretendo apresentar o meu progresso no campo da Inteligência Artificial, mais especificamente do Deep Learning, dando ênfase ao uso de dados do projeto S-PLUS. As técnicas de Aprendizado de Máquina (Machine Learning), hodiernamente, visam o reconhecimento de padrões, modelagem de dados e geração de novos dados por meio de algoritmos que aprendem a partir dos dados. Já o subcampo de Machine Learning denominado Deep Learning, aprende a partir de uma rede neural artificial complexa e com grandes quantidades de parâmetros, inspirada no funcionamento do cérebro. A minha atuação no projeto S-PLUS se concentrou no aperfeiçoamento do modelo de classificação binária, que visa diferenciar estrelas Anãs de Gigantes vermelhas, utilizando imagens processadas do telescópio T-80 localizado no Observatório Interamericano de Cerro Tolo, no Chile.