



**PROVOC**

**CBPF**

**XXI SEMINÁRIO  
DE VOCAÇÃO  
CIENTÍFICA**

**28 E 29 DE NOVEMBRO DE 2018 | DE 10 A 19 HORAS**



**XXI SEMINÁRIO  
DE VOCAÇÃO  
CIENTÍFICA**

**CBPF • 28 E 29 NOVEMBRO DE 2018 | DE 10 ÀS 19 HORAS**

## **COMITÊ DE VOCAÇÃO CIENTÍFICA DO CBPF**

*Marcos de Castro Carvalho*

*Sebastião Alves Dias*

*Sergio José Barbosa Duarte*

### **CONVIDADOS:**

*Gerson Bazo Costamilan - IME*

### **SECRETÁRIA:**

*Mônica Ramalho*

## **MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

*Gilberto Kassab*

## **PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

*Polo Gráfica*



**CBPF**

Centro Brasileiro de  
Pesquisas Físicas



MINISTÉRIO DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



## APRESENTAÇÃO

**O XXI Seminário de Vocação Científica do CBPF 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 **PROVOC / CBPF** surgiu no ano de 1997, através de um convênio de cooperação técnico-científica entre o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e a Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, da Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV / Fiocruz). As atividades deste Programa estabelecem a colaboração no campo do ensino das Ciências e têm por objetivo aprofundar a formação científica de estudantes do Ensino Médio, despertando neles o interesse pela pesquisa e contribuindo para sua escolha profissional. O aluno permanece durante o estágio de aproximadamente um ano com um orientador do CBPF, que o guia durante sua iniciação e o introduz na pesquisa técnico-científica mediante trabalhos e estudos supervisionados, que culminam em uma apresentação pública. O estagiário deve cumprir uma carga horária semanal de 4 horas presenciais e percebe uma ajuda de custo mensal, além de ter direito a um seguro de vida. O aluno poderá cursar o Período Avançado do PROVOC no ano seguinte, dando continuidade a sua pesquisa ou desenvolvendo um novo estudo.

Neste livro, apresentamos um resumo dos trabalhos, citamos autores e orientadores, bem como os horários das exposições. A riqueza e a diversidade dos trabalhos que estão aqui resumidos permitem uma reflexão profunda sobre o PROVOC, mostrando a contribuição que este Programa entrega à sociedade a aos nossos estagiários. Pela qualidade dos resultados, temos certeza de que estamos no caminho certo.

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

# PROVOC

## Agradecimentos

O PROVOC / CBPF chega ao final de mais um ano, período de conquistas, realizações e inúmeras histórias, resultado de muita dedicação. O que é mais gratificante no PROVOC é a ***legítima proposta de formação de cientistas, baseada tão somente em valores morais e éticos, calcada na expertise dos nossos colaboradores Orientadores. Nosso Programa é um exemplo a ser seguido. Principalmente nesta época, onde faltam, cada vez mais, propostas legítimas e desprovidas de interesses materiais.***

***O PROVOC propicia a oportunidade de conviver com os jovens estudantes, ávidos para desenvolver seus conhecimentos, comportamento hoje não muito frequente nesta sociedade extremamente competitiva, individualista e materialista.*** A Educação é a chave para as mudanças, é a transformação dos alunos em cidadãos mais conscientes, críticos e participativos.

***Em nome do*** Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, através do Programa de Vocação Científica, agradeço a presença e a participação de todos que direta e indiretamente contribuíram para o sucesso do PROVOC, destaco os membros da Equipe, a Direção do CBPF, as Coordenações Científicas, os serviços de apoio administrativo, o pessoal da Segurança (por sua paciência e cuidado), e especialmente os dedicados pesquisadores, tecnólogos, técnicos, doutorandos e mestrandos, que não mediram esforços na orientação dos alunos.

E 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 (Mac Gyver)**

**Responsável pelo PROVOC / CBPF**

# HORÁRIO

<b>28 de novembro - Quarta</b>		
<b>Horário</b>	<b>Aluno(a)</b>	<b>Orientador(a)</b>
<b>10:00</b>	<b>Abertura do XXI Seminário de Vocação Científica do CBPF - Diretor do CBPF</b>	
<b>10:20</b>	Breno Mascarenhas Pontes – Colégio Pedro II Realengo	Emil de Lima Medeiros
<b>10:45</b>	Mateus Fernandes Gemelle Leal - CP II Humaitá e Pedro Henrique Alves Lopes - CP II Engenho Novo	André Persechino (Colab. Felipe Pires e Marcos Costa)
<b>11:15</b>	Filipe Almeida Barbosa - Colégio São Vicente de Paulo	Cilene Labre
<b>11:40</b>	Paulo Vitor Assis Silva - Colégio Pedro II Niterói - VÍDEO	Gisele Dornelas da Silva
<b>12:05 às 14:00</b>	<b>INTERVALO - ALMOÇO</b>	
<b>14:00</b>	Artur Vidaurre de Almeida e Georgia Estrella Liporace Barcelos - Colégio São Vicente de Paulo	Nelson Pinto Neto
<b>14:45</b>	Arthur Tavares Quintão – Colégio São Vicente de Paulo	Arthur Marques Moraes
<b>15:10</b>	Bernardo Lessa Guerra – Colégio Pedro II Centro	Linneu Holanda
<b>15:35</b>	Bianca Leal de Melo - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)
<b>Coffee Break 15:35 H - 25 MINUTOS</b>		
<b>16:00</b>	Laura Stolze Lima Portugal – Colégio São Vicente de Paulo	Carlos Eduardo Cedeño Montana e Riccardo Belvedere
<b>16:30</b>	Láisa Tatiana Oliveira de Medeiros – Colégio Pedro II São Cristóvão	José Abdalla Helayël-Neto
<b>16:55</b>	Daniela Neves Sousa - CP II Humaitá e Guilherme Vaccariello Jacques de Moraes - CP II Engenho Novo	José Abdalla Helayël-Neto
<b>17:25</b>	Marina Sangineto Jucá - Colégio Pedro II Tijuca	Sebastião Alves Dias
<b>17:50</b>	Sofia Schulze - Colégio São Vicente de Paulo	Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)
<b>18:15</b>	Lucas de Vasconcellos C. da Rocha - Colégio Pedro II Engenho Novo	Emil de Lima Medeiros
<b>18:40</b>	Heloísa Campos Almeida - CP II Niterói e Bianca de Melo Araújo - CAp UERJ	Cilene Labre, Mariana Giffoni e Marcos Mac Gyver

# HORÁRIO

<b>29 de novembro - Quinta</b>		
<b>Horário</b>	<b>Aluno(a)</b>	<b>Orientador(a)</b>
<b>10:00</b>	Guilherme Scorza da Silva – Colégio Pedro II Tijuca	Raúl Vallejos
<b>10:25</b>	João Freire Zangrandi - Colégio São Vicente de Paulo	Thalis Girardi
<b>10:50</b>	João Pedro Guimarães Maximiano Fernandes - CEFET-RJ	Sergio Duarte
<b>11:15</b>	Michel Ledig de Carvalho Pereira - Colégio Pedro II Niterói	Marita Maestrelli
<b>11:40</b>	Joyce Ribeiro de Oliveira - Colégio Pedro II Duque de Caxias	Flávio Garcia
<b>12:05 às 14 h</b>	<b>INTERVALO - ALMOÇO</b>	
<b>14:00</b>	Anna Beatriz de Figueiredo Pereira – Colégio Pedro II Tijuca	Pedro de Oliveira
<b>14:25</b>	Larissa Leal de Lima Gomes - IFRJ Nilópolis	Marcos de Castro Carvalho (Mac Gyver)
<b>14:50</b>	Matheus Costa Stutz de Matos - CEFET-RJ	Leonardo Ospedal Prestes Rosas
<b>15:15</b>	Leiliane Souza dos Santos Monteiro - Colégio Pedro II Niterói	Leonardo Ospedal Prestes Rosas
<b>15:40</b>	Glenda Guimarães Clemente Silva e Larissa Silva das Neves Correa – IFRJ Nilópolis	Suzana Azevedo dos Anjos e Elena Mavropoulos
	<b>Intervalo 20 minutos</b>	
<b>16:30</b>	Matheus Naoto Imamura - Colégio Pedro II Centro	Elmo Brandão
<b>16:50</b>	Raquel Mendonça Telesse - Colégio Pedro II Niterói	Elmo Brandão
<b>17:10</b>	Mayara Julia Pessanha Miranda - Colégio Pedro II Niterói	Elmo Brandão
<b>17:30</b>	Edson da Costa Silva - E.T.E. Visconde de Mauá	Elmo Brandão
<b>17:50</b>	Mayra Eduarda Silva Jorge - Colégio Pedro II São Cristóvão	Luiz Filipe Guimarães
<b>18:15</b>	Gabriela Maia Marazzo da Silva - CP II Centro e Uilson Gabriel Castro de Oliveira - CP II Duque de Caxias	Daniel Acosta Avalos
<b>18:40</b>	Gabriel Pedrosa Dória - Colégio Pedro II Tijuca	Josie Pereira
<b>19:05</b>	<b>Coffee-break</b>	
<b>20:00</b>	<b>Premiação dos melhores trabalhos</b>	

# ÍNDICE

**28 de novembro de 2018**

**Breno Mascarenhas Pontes** – CP II Realengo / *A frequência de assaltos à barreira de potencial: Um ingrediente essencial nos cálculos das meias-vidas dos processos radioativos*.....XX

**Mateus Fernandes Gemelle Leal** – CP II Humaitá e **Pedro Henrique Alves Lopes** – CP II Engenho Novo / *Introdução a métodos da física através de estudo dirigido em eletrônica*.....YY

**Filipe Almeida Barbosa** – Colégio São Vicente de Paulo / *Magnetismo em materiais por Microscopia de Lorentz*.....BB

**Joyce Ribeiro de Oliveira** – CP II Duque de Caxias / *Nanopartículas magnéticas para aplicações biomédicas*.....AA

**Artur Vidaurre de Almeida e Georgia Estrella L. Barcelos** – Colégio São Vicente de Paulo / *Introdução à relatividade do tempo*.....NN

**Arthur Tavares Quintão** – Colégio São Vicente de Paulo / *O Bóson de Higgs e a jornada do estudo da matéria*.....XX

**Bernardo Lessa Guerra** – CP II Centro / *Modelagem e previsão de sistemas dinâmicos*.....YY

**Bianca Leal de Melo** – CP II Duque de Caxias / *Mudança do gap de semicondutores e estudo da sua atividade fotocatalítica*.....ZZ

**Laura Stolze Lima Portugal** – Colégio São Vicente de Paulo / *Problema restrito de três corpos no plano: Redução ao problema de dois corpos num campo de força central e objeto circundante, circunscrito e transpassante a um sistema binário*.....NN

**Laísa Tatiana Oliveira de Medeiros** – CP II São Cristóvão / *Os 90 anos da Equação de Dirac e seus impactos*.....AA

**Daniela Neves Sousa** – CP II Humaitá e **Guilherme Vaccariello J. de Moraes** – CP II Engenho Novo / *Os neutrinos e sua Física nos 90 anos da equação de Dirac*.....XX

**Marina Sangineto Jucá** – CP II Tijuca / *Aprendendo sobre Mecânica Quântica a partir de sistemas de dois estados*.....YY

**Sofia Schulze** – Colégio São Vicente de Paulo / *Degradação de corantes têxteis empregando fotocatalisador de leito fixo assistido por ozônio*.....ZZ

**Lucas de Vasconcellos C. da Rocha** – CP II Engenho Novo / *Simulação bidimensional do movimento browniano*.....ZZ

**Heloísa Campos Almeida** – CP II Niterói e **Bianca de Melo Araújo** – CAp UERJ / *Produção e Caracterização de Fotocatalisadores Superparamagnéticos*.....NN

# ÍNDICE

**29 de novembro de 2018**

<b>Guilherme Scorza da Silva</b> – Colégio Pedro II Tijuca / <i>Usando sistemas caóticos para enviar mensagens secretas</i> .....	XX
<b>João Freire Zangrandi</b> – Colégio São Vicente de Paulo / <i>Conjuntos e simetrias</i> .....	YY
<b>João Pedro Guimarães M. Fernandes</b> – CEFET-RJ / <i>Análise de órbitas estáveis de satélites terrestres</i> .....	ZZ
<b>Michel Ledig de Carvalho Pereira</b> – CP II Niterói / <i>Navegando no ciberespaço com segurança e civilidade</i> .....	NN
<b>Paulo Vitor Assis Silva</b> – CP II Niterói / <i>O impacto da hidroxiapatita porosa sobre pré-osteoblastos</i> .....	AA
<b>Anna Beatriz de Figueiredo Pereira</b> – CP II Tijuca / <i>Medição da indutância e da capacitância parasita em um circuito RLC</i> .....	NN
<b>Larissa Leal de Lima Gomes</b> – IFRJ Nilópolis / <i>Degradação de Fármacos Encontrados em Ambientes Aquáticos por Processos Oxidativos Avançados</i> .....	XX
<b>Matheus C. Stutz de Matos</b> – CEFET-RJ / <i>Efeitos eletromagnéticos em meios materiais</i> .....	YY
<b>Leiliane Souza dos Santos Monteiro</b> – CP II Niterói / <i>Efeitos visuais e formas aparentes de objetos relativísticos</i> .....	ZZ
<b>Glenda Guimarães Clemente Silva e Larissa Silva das Neves Correa</b> – IFRJ Nilópolis / <i>Estudo da adesão celular de pré-osteoblastos em discos de hidroxiapatita adsorvidos com soro fetal bovino</i> .....	BB
<b>Matheus Naoto Imamura</b> – CP II Centro / <i>Introdução à análise numérica e modelagem computacional de voo atmosférico</i> .....	XX
<b>Raquel Mendonça Telesse</b> – CP II Niterói / <i>Alternativas de baixo custo para navegação inercial com sistemas embarcados</i> .....	YY
<b>Mayara Julia Pessanha Miranda</b> – CP II Niterói / <i>Pesquisa e Desenvolvimento aplicada ao pouso vertical de foguetes</i> .....	ZZ
<b>Edson da Costa Silva</b> – E.T.E. Visconde de Mauá / <i>Propulsão híbrida: Vantagens e desafios</i> .....	NN
<b>Mayra Eduarda Silva Jorge</b> – CP II São Cristóvão / <i>A Radiação Cósmica de Fundo em micro-ondas para determinação de parâmetros cosmológicos</i> .....	AA
<b>Gabriela Maia Marazzo da Silva</b> – CP II Centro e <b>Uilson Gabriel Castro de Oliveira</b> – CP II Duque de Caxias / <i>Estudo de diversos exemplos de fenômenos periódicos</i> .....	XX

**ALUNO: BRENO MASCARENHAS PONTES – COLÉGIO PEDRO II  
REALENGO**

**ORIENTADOR: EMIL DE LIMA MEDEIROS**

**A FREQUÊNCIA DE ASSALTOS À BARREIRA DE  
POTENCIAL: UM INGREDIENTE ESSENCIAL NOS  
CÁLCULOS DAS MEIAS-VIDAS DOS PROCESSOS  
RADIOATIVOS**

A emissão espontânea de partículas carregadas como prótons, 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 em 1928 por George Gamow 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 atravessasse a barreira de potencial e escape, mesmo que sua energia cinética seja inferior à altura da barreira.

No cálculo da taxa de desintegração de um conjunto de núcleos pela emissão espontânea de prótons, duas grandezas são necessárias: a frequência de assaltos à barreira de potencial e a probabilidade de o próton escapar do núcleo, ou seja, ser transmitido do interior para o exterior desse núcleo, através da barreira. Neste trabalho, procurou-se investigar a primeira dessas grandezas através de um modelo cinético para os prótons no núcleo, para o que foi utilizado o Modelo de Gás de Fermi. Conhecido o número de prótons, prepara-se uma configuração inicial do núcleo atômico pelo sorteio das velocidades dos prótons a partir da distribuição de energia cinética num gás de Fermi, e pelo sorteio de suas posições no interior de uma esfera com distribuição homogênea de carga. Para calcular de um modo simples a frequência de assaltos à barreira, acompanha-se a trajetória de cada partícula, supondo que ela tem sua velocidade alterada apenas por ocasião de sua reflexão na superfície nuclear. O valor médio da frequência de assaltos é então obtido estatisticamente após o processamento de um número suficientemente grande dessas reflexões. Analisa-se então o quão razoável são os resultados obtidos para esta grandeza com um modelo tão simples.

**ALUNOS: MATEUS FERNANDES GEMELLE LEAL – COLÉGIO PEDRO II  
HUMAITÁ E PEDRO HENRIQUE ALVES LOPES – COLÉGIO PEDRO II  
ENGENHO NOVO**

**ORIENTADOR: ANDRÉ PERSECHINO (COLABORAÇÃO DE FELIPE PIRES  
E MARCOS COSTA)**

## **INTRODUÇÃO A MÉTODOS DA FÍSICA ATRAVÉS DE ESTUDO DIRIGIDO EM ELETRÔNICA**

Este projeto foi operacionalizado de forma que se apresentassem – com um número mínimo de requisitos formais – métodos de física experimental por meio de experimentos de eletrônica analógica e digital. Os estudantes foram introduzidos ao estudo das grandezas fundamentais em eletricidade, usando experimentos em regime DC para ilustração dos conceitos aprendidos. Nesse sentido, os estudantes realizaram desde medidas simples de corrente, tensão e resistência com auxílio de multímetro até montagens menos triviais, tais como pontes de *Wheatstone*, circuitos retificadores com diodos e chaves / reguladores de corrente transistorizados. Cabe dizer que toda experimentação foi amparada por investigações teóricas, de forma que foram apresentadas as leis básicas da análise de circuitos: leis de Kirchoff, teorema de Thévenin, associação de componentes. Após período de ambientação com dispositivos lineares, os estudantes enveredaram pela física de semicondutores e interfaceamento por meio de plataformas Arduino. Como projeto avançado, desenvolveram um protótipo de câmera térmica, fazendo uso de LEDs e transistores operacionais na região do infravermelho. O projeto foi concebido com um único pixel, sendo que este era movido no plano de detecção por meio de dois eixos móveis automatizados. A aquisição de dados se deu por meio de desenvolvimento de interfaceamento com Arduino e programação na linguagem Python, desenvolvidos com ajuda do orientador. Espera-se que o projeto seja continuado, de forma que as montagens possam ser aperfeiçoadas e os conceitos (físicos e tecnológicos) possam ser aprofundados.



**ALUNO: FILIPE ALMEIDA BARBOSA – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**

**ORIENTADORA: CILENE LABRE**

## **MAGNETISMO EM MATERIAIS POR MICROSCOPIA DE LORENTZ**

O nanomagnetismo é o nome atribuído à área de pesquisa em física que trata das propriedades magnéticas em materiais na escala nanométrica. Esse campo vem crescendo muito nas últimas décadas, com suas aplicações se estendendo desde o aprimoramento de dispositivos de armazenamento de dados que funcionam por meio do magnetismo, como os HDs, até o uso de carregadores de drogas, nanopartículas que podem direcionar a ação de fármacos, tornando-as mais eficientes e diminuindo seus efeitos colaterais.

Nesse contexto, a microscopia de Lorentz é uma das técnicas que podem ser utilizadas para essa pesquisa, pois pode ser utilizada para observar a interação entre as amostras magnéticas nanométricas a serem estudadas e os elétrons emitidos pelo MET ao atravessarem os campos magnéticos dessas amostras e terem suas trajetórias influenciadas pelas forças de Lorentz.

Neste trabalho foi feito o estudo da técnica de caracterização por Microscopia de Lorentz e os processos que a envolvem, como a litografia por feixe de elétrons no preparo das amostras e o processo de formação de vórtices.

**ALUNA: JOYCE RIBEIRO DE OLIVEIRA – COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**

**ORIENTADOR: FLÁVIO GARCIA**

## **NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS**

O câncer é uma doença que se tornou mais comum nas últimas décadas. Dentro deste contexto, inúmeras técnicas e tratamentos foram criados e aprimorados buscando combatê-lo; dentre eles encontra-se a hipertermia magnética.

Oriunda do latim *hyper* (excesso) e *therme* (calor), a hipertermia significa o aumento da temperatura corporal, aqui aplicada com o objetivo de eliminar as células cancerosas, diminuir o tumor e preservar as células saudáveis. Isso é possível, pois, em comparação com as células saudáveis, as células do tecido tumoral possuem menor resistência ao calor (suportando até 42°C).

Na hipertermia magnética, nanopartículas magnéticas são submetidas à ação de um campo magnético alternado e na combinação entre eles é gerado um aquecimento localizado. Recentemente, cientistas de diversas áreas têm concentrado suas pesquisas na busca de nanopartículas biocompatíveis mais eficientes e adequadas para este tratamento.

Neste projeto sintetizamos nanopartículas magnéticas de óxido de ferro (magnetita –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) através do método de coprecipitação. Foram realizadas caracterizações por Difração de Raio-X e a sua eficiência para aplicação em tratamento de câncer foi avaliada através da medida de hipertermia magnética.



**ALUNOS: ARTUR VIDAURRE DE ALMEIDA E GEORGIA ESTRELLA  
LIPORACE BARCELOS  
COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO  
ORIENTADOR: NELSON PINTO NETO**

## **INTRODUÇÃO À RELATIVIDADE DO TEMPO**

A área da física que nos coube estudar durante este ano foi a cosmologia. Em relação a esta, o primeiro tema a ser abordado é a relatividade do tempo, no qual faremos uma breve introdução sobre. Para melhor entendimento, apresentaremos um exemplo concreto deste ponto: os Múons e sua trajetória. Um desenvolvimento conceitual será apresentado a fim de uma compreensão mais clara acerca destas partículas. O próximo tema que será apresentado trata sobre a matéria escura e a teoria MOND (*Modified Newton Dynamics*). Inicialmente vamos introduzir o conceito de Matéria Escura, mostrando as evidências de sua existência, como a insuficiência de matéria no espaço para formar sistemas organizados, de acordo com a Lei da Gravitação de Newton. Após isto, vamos mostrar uma alternativa que foi criada à teoria da matéria escura, a teoria MOND, que tenta modificar a física newtoniana para grandes distâncias em vez de acrescentar um tipo de massa para suportá-la. Exemplificaremos essa teoria mostrando evidências gráficas relacionadas a uma constante comum a muitas galáxias, porém, em um segundo momento, explicaremos as falhas desta ideia. Por fim, concluiremos nossa apresentação falando sobre a nossa experiência trabalhando com estes temas e como este trabalho nos impactou de uma forma geral.

ALUNO: ARTHUR TAVARES QUINTÃO COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO  
ORIENTADOR: ARTHUR MARQUES MORAES

## O BÓSON DE HIGGS E A JORNADA DO ESTUDO DA MATÉRIA

O *Large Hardron Colider*, LHC, desde seu princípio, tinha como uma das metas mais almejadas a confirmação ou a exclusão do Bóson de Higgs do modelo padrão. Em 2012, o *Compact Muon Solenoid*, CMS, apresentou resultados significativos de colisões próton-próton que confirmaram um excesso de eventos na faixa de 125 GeV e, conseqüentemente, construíam evidências fortes da existência da tão procurada partícula. Nesse sentido, o trabalho realizado com a orientação do Dr. Arthur Marques Moraes tem por objetivos: apresentar a importância do novo bóson para o modelo padrão e analisar os dados do canal de decaimento  $H \rightarrow ZZ$ . A simulação dos eventos de colisões de partículas e a reconstrução gráfica das estatísticas obtidas no CMS só foi possibilitada pelo uso da plataforma **opendata.cern.ch** que, além de permitir acesso a uma quantidade de dados dos experimentos do CERN da ordem de  $10$  à  $15^{\text{a}}$  potência, recentemente também disponibilizou para *download* uma máquina virtual espelhada no sistema operacional 2011-2012 do CMS. Com essas ferramentas e mais algum conhecimento de Linux e C++ acumulados nos últimos dois anos de PROVOC, portanto, o trabalho retrata um recorte da linda jornada da ciência no estudo da matéria.



**ALUNO: BERNARDO LESSA GUERRA – COLÉGIO PEDRO II CENTRO**

**ORIENTADOR: LINNEU HOLANDA**

## **MODELAGEM E PREVISÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS**

Com o contínuo crescimento de ferramentas computacionais, o uso de algoritmos e modelagens dentro das ciências tem se tornado cada vez mais frequente. Sua utilização principalmente na previsão de sistemas dinâmicos foi uma das inspirações para o projeto, sobre o qual foi desenvolvido.

A primeira parte do projeto envolveu o uso das equações de Lotka-Volterra para a simulação de sistemas biológicos dinâmicos envolvendo presa e predador. Tal simulação procura entender como diferentes parâmetros podem influenciar a forma como essas duas espécies interagem e encontrar a posição de equilíbrio do sistema, quando os ganhos e as perdas para ambos causavam mínima ou qualquer interferência na previsão. A partir disso, expandiu-se o modelo, de forma a introduzir perturbações no sistema que o aproximam mais de um sistema real, criando uma previsão estocástica.

Através dessa nova modelagem, podem-se observar padrões mais próximos de índices encontrados em sistemas naturais reais, como o da relação entre lincos canadenses e coelhos da neve e entre lobos e alces na América do Norte. Essas perturbações cobrem certa imprevisibilidade do sistema, contando com interações mais próximas do natural e anomalias aleatórias que podem ocorrer.

**ALUNA: BIANCA LEAL DE MELO COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**  
**ORIENTADOR: MARCOS DE CASTRO CARVALHO (MAC GYVER)**

## **MUDANÇA DO *GAP* DE SEMICONDUTORES E ESTUDO DA SUA ATIVIDADE FOTOCATALÍTICA**

Os processos de degradação utilizados industrialmente são a incineração e o tratamento biológico na destruição de compostos tóxicos. No entanto, a incineração pode gerar dioxina e furanos como subprodutos de oxidação incompleta, cujo tratamento biológico requer muito tempo. Entre os novos processos de descontaminação ambiental, os chamados “Processos Oxidativos Avançados” (POA) vêm atraindo grande interesse por serem mais sustentáveis. Devido à sua alta reatividade ( $E_0 = 2,8 \text{ V}$ ), promovem uma total mineralização dos compostos, resultando em  $\text{CO}_2$  e água. Nos POA podem-se utilizar ozônio, peróxido de hidrogênio, catálise de peróxido em PH ácido (reação de Fenton ou foto-Fenton) e semicondutores, como a titânia. A fotocatalise heterogênea, entre os POA, tem sido amplamente estudada, principalmente nas últimas duas décadas. Entre as diversas publicações referentes à fotocatalise o processo de descontaminação ambiental está associado à forma dos cristais do fotocatalisador e à proporção entre as fases que podem modificar a cinética da degradação devido à mudança do *gap* numa faixa de comprimento de onda específica. Os mecanismos de mobilidade e de geração de cargas na junção dos semicondutores Anatase e Rutilo ainda não estão bem conhecidos. Neste trabalho fizemos crescimentos de cristais de Rutilo em forno, partindo da titânia Anatase. Após a produção fizemos várias concentrações em peso da mistura e utilizamos como parâmetro de medida a cinética de degradação com a descoloração de um corante têxtil.

**ALUNO: LAURA STOLZE LIMA PORTUGAL\* – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**

**ORIENTADORES: CARLOS E. CEDEÑO MONTAÑA E RICCARDO BELVEDERE**

**PROBLEMA RESTRITO DE TRÊS CORPOS NO PLANO:  
REDUÇÃO AO PROBLEMA DE DOIS CORPOS NUM CAMPO  
DE FORÇA CENTRAL E OBJETO CIRCUNDANTE,  
CIRCUNSCRITO E TRANSPASSANTE A UM SISTEMA  
BINÁRIO**

Aqui vamos enfrentar um problema restrito de três corpos no plano. Para alcançar tal objetivo, vamos introduzir o problema de força central em duas dimensões. Depois, enfrentaremos o problema dos dois corpos no plano, obteremos as equações para descrever o problema dos três corpos em duas dimensões. Assim, este sistema será resolvido explicitamente para dois casos: A) Uma das três partículas tem massa muito maior do que as outras duas, tendo estas últimas massa comparável. As justificativas astrofísicas para estudar tal questão são muitas, dentre elas: luas de um planeta (por exemplo, Fobos e Deimos para Marte), anéis de Saturno (usando um modelo estendido) e satélites ao redor da Terra. É importante ressaltar que este foi o primeiro modelo para descrever o sistema Terra, Sol, Lua. B) Uma das três partículas tem massa desprezível em respeito ao sistema binário formado pelas outras duas. Este tipo de sistema tem múltiplas e importantes aplicações em astrofísica, como no cálculo de trajetórias de foguetes Terra-Lua, Exoluas num sistema binário estelar, assim como asteroides e cometas entrando no Sistema Solar. Serão analisados os casos em que o corpo com menor massa entre os três esteja numa órbita circundante, circunscrita e transpassante ao sistema binário formado pelos corpos mais massivos, sendo estes dois últimos de massa comparável.

\* Nota explicativa: Durante todo o período de 2018, Laura desenvolveu seu trabalho em dupla com outro aluno, que desistiu da apresentação. O conteúdo deste trabalho engloba as questões estudadas pelos dois, sob a orientação de C. Cedeño e R. Belvedere.

**ALUNA: LAÍSA TATIANA OLIVEIRA DE MEDEIROS – COLÉGIO PEDRO II  
SÃO CRISTÓVÃO**

**ORIENTADOR: JOSÉ ABDALLA HELAYËL-NETO**

**PROJETO CENTRAL: “A FÍSICA CONTEMPORÂNEA EM SALA-DE-AULA”.**

## **OS 90 ANOS DA EQUAÇÃO DE DIRAC E SEUS IMPACTOS**

O ano 2018 celebra os 90 anos de um evento muito relevante para a Física: **a publicação, em 2 de janeiro e em 2 de fevereiro de 1928, dos dois trabalhos de Paul A. M. Dirac sobre o elétron, incorporando em um único formalismo os princípios da Relatividade Especial e da Mecânica Quântica.** Esta nova teoria, a Mecânica Quântica Relativística, estabelece um marco significativo na busca da Física pela compreensão da elementaridade e das propriedades eletromagnéticas do elétron e do próton, as duas únicas partículas de matéria conhecidas na época. Através da equação que propôs em 1928, Dirac previu, em 1931, a existência de novas formas de matéria: cargas (monopolos) magnéticas e antimatéria. O antielétron, o pósitron, viria a ser descoberto em 1932 e o antipróton em 1956. Por estes resultados teóricos de 1931, Dirac recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1933. Com este contexto definido, a ideia central deste Projeto foi, usando apenas conceitos e desenvolvimentos algébricos disponíveis nos cursos de Matemática do Ensino Médio, em associação ao *spin* do elétron (como proposto por Goudsmit e Uhlenbeck em 1925) e a elementos básicos da Relatividade Especial, desenvolver um caminho simples para se chegar à Equação de Dirac e compreender o seu significado físico. O apoio epistemológico para a compreensão do novo paradigma estabelecido pela Equação de Dirac – o vácuo quântico –, bem como para a natureza e a necessidade das revoluções científicas, foi o texto “A Estrutura das Revoluções Científicas”, de Thomas Kuhn.

Este Projeto desenvolveu-se na tentativa de se destacar, no universo dos estudantes de Ensino Médio, a importância das Ciências da Natureza pelo significado intrínseco que trazem, e menos pela ideia pragmática de uma Ciência que se torna importante pela sua imediata aplicação. Foi desenvolvido material escrito com o objetivo de se tornar um texto que possa ser lido e debatido nas disciplinas de Física e Química do Ensino Médio.



**ALUNOS: DANIELA NEVES SOUSA – COLÉGIO PEDRO II HUMAITÁ E  
GUILHERME VACCARIELLO JACQUES DE MORAES – COLÉGIO PEDRO II  
ENGENHO NOVO**

**ORIENTADOR: JOSÉ ABDALLA HELAYËL-NETO**

**PROJETO CENTRAL: “A FÍSICA CONTEMPORÂNEA EM SALA-DE-AULA”**

## **OS NEUTRINOS E SUA FÍSICA NOS 90 ANOS DA EQUAÇÃO DE DIRAC**

Aos 4 de dezembro de 1930, em uma carta dirigida a colegas reunidos em um Encontro de Física Nuclear, Wolfgang Pauli propõe a existência de uma nova categoria de partículas – os neutrinos – uma espécie de matéria escura que viria a responder pela conservação da energia e do momento linear em processos de decaimento radioativo – o chamado decaimento-beta nuclear. A ideia destas partículas hipotéticas era tão fora dos padrões da época que Pauli preferiu propô-las em uma carta a seus pares, e não em um artigo científico. Os hipotéticos neutrinos de Pauli deveriam obedecer, como o elétron e o próton (as duas partículas conhecidas) na época, à Equação de Dirac.

A proposta de Pauli sobre os neutrinos foi adotada por Enrico Fermi, que propôs, em 1933, o decaimento-beta nuclear como um novo tipo de campo de força – uma quarta interação da Natureza: a interação nuclear fraca. Os neutrinos permaneceram como partículas hipotéticas até 1956, quando a primeira categoria de neutrinos foi detectada. Uma segunda categoria é revelada em experimentos em 1962 e a terceira – e provavelmente última – família de neutrinos foi detectada em 2000.

O objetivo central deste Projeto consiste em criar um material acessível a estudantes do Ensino Médio, visando complementar tópicos abordados em Física e Química e também popularizar os neutrinos, partículas pouco conhecidas do público leigo, mesmo sendo um tópico de muito interesse e amplo futuro na Física. São estudadas as propriedades classificatórias das 3 gerações de neutrinos; são apresentadas as importantes questões referentes à sua massa e às oscilações entre famílias, deixando um espaço também para se abordar os neutrinos geofísicos e o possível papel dos neutrinos sobre a quiralidade de moléculas biológicas, como aminoácidos e açúcares. Finalmente, foram catalogados os grandes laboratórios e experimentos onde é investigada a Física de Neutrinos em seus múltiplos aspectos.

**ALUNA: MARINA SANGINETO JUCÁ - COLÉGIO PEDRO II TIJUCA**  
**ORIENTADOR: SEBASTIÃO ALVES DIAS**

## **APRENDENDO SOBRE MECÂNICA QUÂNTICA A PARTIR DE SISTEMAS DE DOIS ESTADOS**

A Mecânica Quântica exige um ferramental matemático que muitas vezes pode prejudicar a apresentação de seus conceitos e postulados, para um público do Ensino Médio, além de um nível meramente qualitativo. No entanto, restringindo-nos a sistemas de dois estados, podemos apresentar a maior parte desses conceitos a partir de um estudo básico de Cálculo e Álgebra Linear. A partir de um sistema genérico de dois estados discutiremos consequências dos postulados da Mecânica Quântica, tais como o princípio da superposição, os resultados esperados para a medida de observáveis, o processo de redução de pacote de onda e outros. Ao final, daremos alguns exemplos de sistemas realísticos que podem ser bem descritos, numa primeira aproximação, pelos sistemas considerados por nós.



**ALUNA: SOFIA SCHULZE – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**  
**ORIENTADOR: MARCOS DE CASTRO CARVALHO (MACGYVER)**

## **DEGRADAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS EMPREGANDO FOTOCATALISADOR DE LEITO FIXO ASSISTIDO POR OZÔNIO**

Corantes azo são substâncias amplamente utilizadas na indústria têxtil e em curtumes, têm sido frequentemente detectados no meio ambiente, indicando que os tratamentos convencionais, quando usados, não são adequados para a total remoção deste composto. Alguns estudos têm demonstrado que estes corantes induzem alergia a humanos e produzem toxicidade crônica em organismos aquáticos. Os processos oxidativos avançados demonstraram ser eficientes na remoção de compostos de baixa biodegradabilidade, como os corantes. Neste trabalho foram avaliadas a degradação e a mineralização dos corantes azo por meio da fotocatalise heterogênea assistida por ozônio. Um reator em leito fixo à temperatura ambiente (em torno de 25° C), empregando radiações UV (lâmpada de 4 W), atuou em concentração inicial da solução de corante em água Milli-Q em que o fotocatalisador foi misturado em uma argamassa e tempo reacional na variável resposta: o percentual de degradação foi medido. Uma análise do espectro de absorção foi medido em um espectrofotômetro feito com várias cores monocromáticas de *leds*. Ocorreu uma brusca mudança em relação às primeiras e às últimas amostras.

**ALUNO: LUCAS DE VASCONCELLOS C. DA ROCHA – COLÉGIO PEDRO II  
ENGENHO NOVO  
ORIENTADOR: EMIL DE LIMA MEDEIROS**

## **SIMULAÇÃO BIDIMENSIONAL DO MOVIMENTO BROWNIANO**

A descoberta do movimento incessante de grãos de pólen microscópicos em suspensão na água, feita em 1827 pelo botânico escocês Robert Brown, é interpretada por muitos como a primeira evidência experimental direta sobre a constituição atômica da matéria. O propósito do presente trabalho é tentar simular o movimento browniano com um modelo mecânico simples.

Inicialmente,  $N$  partículas de massa  $m$  e uma partícula de massa  $M$  são distribuídas aleatoriamente no interior de um círculo de raio  $R$ . Querendo-se simular o movimento browniano de uma partícula de poeira no interior de um ambiente preenchido com um dos componentes atmosféricos do ar, pode-se usar  $m$  como sendo igual, por exemplo, à massa de uma molécula de um dos gases diatômicos oxigênio, nitrogênio e hidrogênio. O valor de  $M$ , por outro lado, pode ser ajustado entre limites fisicamente razoáveis para a massa de uma partícula de poeira em suspensão no ar, sendo este valor, em geral, muitas vezes superior à massa  $m$  da partícula atômica. Na escolha da configuração inicial, as posições das  $N$  partículas atômicas podem ser determinadas a partir de uma distribuição homogênea de densidade no interior de um círculo de raio  $R$ , e a posição da partícula browniana também pode ser escolhida a partir de uma distribuição radial uniforme de densidade. As velocidades iniciais das  $N$  moléculas são escolhidas a partir da distribuição de velocidades das moléculas de um gás em equilíbrio na temperatura ambiente, e a partícula browniana de massa  $M$  é considerada inicialmente em repouso.

A evolução temporal do sistema é governada pela sucessão de colisões elásticas dos seguintes três tipos: **a)** colisão entre qualquer partícula atômica e a partícula browniana; **b)** reflexão da partícula browniana no círculo delimitador do recipiente; **c)** reflexão de uma partícula atômica qualquer neste mesmo círculo. As colisões elásticas entre partículas são processadas respeitando-se os princípios de conservação do momento e da energia cinética, e as reflexões internas no círculo são processadas de modo a que o ângulo de reflexão seja igual ao ângulo de incidência. Uma das grandezas que pode ser obtida com essa simulação mecânica do movimento é o livre caminho médio da partícula browniana, que pode ser obtido estatisticamente após o processamento de um número suficientemente grande de suas colisões. Outra aplicação do modelo seria o uso de seus resultados por um aplicativo de animação gráfica, e a comparação com vídeos de movimentos brownianos observados na natureza.



ALUNAS: HELOÍSA CAMPOS ALMEIDA – COLÉGIO PEDRO II NITERÓI E BIANCA DE MELO ARAÚJO – COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UERJ (CAP UERJ)

ORIENTADORES: CILENE LABRE, MARIANA GIFFONI E MARCOS DE CASTRO CARVALHO (MACGYVER)

## PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FOTOCATALISADORES SUPERPARAMAGNÉTICOS

A sustentabilidade ambiental se tornou imperativa no desenvolvimento de pesquisas e estudos que visam à preservação dos recursos naturais, da saúde humana e do ambiente. Neste contexto, os processos oxidativos avançados (POA) são capazes de mineralizar poluentes orgânicos a formas não tóxicas, tendo como resultado final  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . As reações redox induzidas pela radiação no semicondutor em reatores em suspensão são mais eficientes, devido ao fato de a área superficial ser superior aos dos sistemas de leito fixo.

Este trabalho envolve todo o processo POA, primeiro na produção do fotocatalisador e sua caracterização, depois na fabricação do reator a suspensão e encerra com o levantamento da cinética de degradação de um corante orgânico. O fotocatalisador produzido tem suas propriedades diferenciadas: é magnético, para isso foram produzidas nanopartículas de óxidos de ferro superparamagnéticos [óxidos magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e maguemita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )] em fase úmida. Os óxidos de ferro superparamagnéticos ultrafinos (USPIO) ou nanopartículas de óxidos de ferro monocristalinos (MION) podem ser revestidos por óxido de silício (quartzo), que além de aumentar a aderência, impede o surgimento de uma pigmentação avermelhada da oxidação no catalisador. A caracterização dos USPIO e MION foi feita empregando microscopia eletrônica, visando estudar as estequiometrias, porosidades e características estruturais e cristalográficas. Sobre o silício partículas semicondutoras de elevado *gap* vão agregadas nos USPIO/MION/ $\text{SiO}_2$  pelo processo *core-shell* que após a caracterização serão testadas as propriedades fotocatalíticas, e finalmente o fotocatalisador é recuperado sobre a presença de um campo magnético.

**ALUNO: GUILHERME SCORZA DA SILVA – COLÉGIO PEDRO II TIJUCA**  
**ORIENTADOR: RAUL OSCAR VALLEJOS**

## **USANDO SISTEMAS CAÓTICOS PARA ENVIAR MENSAGENS SECRETAS**

Analizamos um esquema para enviar mensagens criptografadas baseado na sincronização de dois sistemas de Lorenz operando no regime caótico. A mensagem é mascarada na componente  $X_1(t)$  do primeiro sistema (emissor). O segundo sistema (receptor) é alimentado com o sinal  $X_1(t)$  e quando ambos os sistemas sincronizam, o receptor consegue decodificar a mensagem através de uma simples operação. O sucesso deste esquema se deve à robustez do estado sincronizado a perturbações em  $X_1(t)$ . Fizemos uma demonstração usando uma mensagem simples.



## **CONJUNTOS E SIMETRIAS**

Nosso primeiro contato com a matemática ocorre com a introdução das operações básicas. Embora elas tenham propriedades simples, conceitos importantes já estão inseridos nesse contexto. Para ilustrar, vamos tomar como exemplo o produto numérico. O número um tem papel de identidade, ou seja, multiplicações por ele não exibem transformação. A operação de produto possui a divisão como inversa, todavia há uma restrição para a divisão por zero. A ordem dos fatores não altera o resultado do produto, então dizemos que ele é comutativo.

No projeto, investigou-se como esses conceitos emergem em operações envolvendo matrizes. Se por um lado seu uso permite maior sistematização na hora do cálculo, por outro há ganho de complexidade nas operações. A existência de identidade é restrita a matrizes quadradas, enquanto a de inversa exige resultado não nulo para o chamado determinante. Em geral a comutação é perdida, mas existem subconjuntos em que isso não é verdade. Esse é o caso de matrizes ortogonais bidimensionais, em que inversa e transposta coincidem. As restrições previamente mencionadas também desaparecem nesse cenário. Aparece a propriedade de fechamento: o resultado dos produtos também pertence ao conjunto.

Quando uma quantidade é preservada na natureza, temos o que chamamos de invariância. O estudo das transformações que preservam essa invariância é fundamental para a profunda compreensão das simetrias físicas. Matrizes ortogonais caracterizam uma representação matemática de uma transformação vinda da física: a rotação. Embora nem toda transformação seja tão intuitiva, as propriedades discutidas continuam sendo (parcialmente) válidas e permitem que a mesma linha de raciocínio seja empregue em diferentes campos da Ciência.

**ALUNO: JOÃO PEDRO GUIMARÃES MAXIMIANO FERNANDES – CEFET-  
RJ**

**ORIENTADOR: SÉRGIO BARBOSA DUARTE**

## **ANÁLISE DE ÓRBITAS ESTÁVEIS DE SATÉLITES TERRESTRES**

Trajatórias em equilíbrio alteram suas energias potenciais gravitacionais e cinéticas na mesma proporção e, a razão entre elas é constante e igual a  $-2$ , conforme o teorema virial. Com o uso de códigos programados em Python, acrescentado do auxílio da biblioteca *Matplotlib*, possibilitou-se a simulação e, com isso, uma melhor análise de trajetórias estáveis.

Através dos dados iniciais e da utilização de movimentos de cinemática, é possível saber-se informações posteriores. O programa encarregou-se de calcular sua variação de movimentação em pequenos intervalos de tempo. A atividade teve como foco a análise de corpos presentes no nosso Sistema Solar, embora possa ser aplicado em diversas outras situações. Tendo isso em mente, pensou-se em um caso de aplicação prática com o envio de satélites estacionários na órbita do nosso planeta com o lançamento de foguetes com massa variável.

**ALUNO: MICHEL LEDIG DE CARVALHO PEREIRA – COLÉGIO  
PEDRO II NITERÓI**

**ORIENTADORA: MARITA MAESTRELLI**

## **NAVEGANDO NO CIBERESPAÇO COM SEGURANÇA E CIVILIDADE**

Existe um número incalculável de ameaças virtuais na Internet que infectam nossas Redes e prejudicam nossa pesquisa. Diariamente percebemos um aumento na quantidade de tráfego malicioso e na maioria dos casos, o usuário nem percebe que sua máquina está infectada. Isso pode levar ao roubo de seus dados ou à utilização do seu computador como instrumento de ataque cibernético.

Quanto mais cedo aprendermos a detectar as anomalias em nossos computadores, menores serão as consequências para a nossa Rede computacional. Sendo assim, precisamos estudar as ferramentas que possibilitam auditar nossas redes diariamente, em busca de sistemas com falhas que possam ser exploradas por intrusos e máquinas que já estejam contaminadas com algum tipo de programa malicioso.

Como objetivo principal, buscamos identificar os principais pontos de risco em equipamentos, para elaborar procedimentos que previnam os impactos negativos causados por máquinas infectadas em nosso ambiente.

O projeto prevê a criação de procedimentos seguros e a elaboração de um manual de Boas Práticas, além de um *checklist*, para evitar contaminação de computadores com artefatos maliciosos.

**ALUNO: PAULO VITOR ASSIS SILVA – COLÉGIO PEDRO II NITERÓI**  
**ORIENTADORA: GISELE DORNELAS DA SILVA**

## **O IMPACTO DA HIDROXIAPATITA POROSA SOBRE PRÉ-OSTEOBLASTOS**

A hidroxiapatita (HA)  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , devido à sua excelente propriedade biocompatível, sempre foi considerada um dos materiais mais promissores para a reparação de tecidos duros.

Além disso, é sabido que uma resposta celular apropriada sobre as superfícies biocerâmicas é essencial para a biocompatibilidade, regeneração tecidual e osteointegração. Como os implantes *in vivo*, as biocerâmicas implantadas são imediatamente revestidas com proteínas, sangue e fluidos corporais, e é através desta camada revestida que as células percebem e respondem a implantes estranhos. Portanto, com a intenção de melhorar a adesão das biomoléculas, inúmeras estratégias têm sido investigadas, tal como o aumento da porosidade de biomateriais, proporcionando um microambiente adequado para a adesão de proteínas e células ósseas.

O objetivo deste trabalho foi testar três superfícies de hidroxiapatita, uma lisa e duas com rugosidades diferentes. Em seguida, buscamos analisar se estas superfícies interferem na adesão celular. Para isso, a hidroxiapatita foi prensada com cera em duas concentrações diferentes, posteriormente as pastilhas foram levadas ao forno para que a cera evaporasse. Foi feita a análise de FTIR, DRX e MEV para observar se houve formação de poros sem alterar a estrutura da hidroxiapatita. Por último, as amostras foram expostas à presença de células e quantificadas pelo microscópio de fluorescência para conhecer a densidade celular.

**ALUNA: ANNA BEATRIZ DE FIGUEIREDO PEREIRA COLÉGIO PEDRO II  
TIJUCA  
ORIENTADOR: PEDRO DE OLIVEIRA**

## **MEDIÇÃO DA INDUTÂNCIA E DA CAPACITÂNCIA PARASITA EM UM CIRCUITO RLC**

A medição da indutância e capacitância de uma bobina geradora de campo magnético é fundamental na área biomédica, mais especificamente em tratamentos alternativos contra o câncer em que se utiliza o fenômeno físico da hipertermia magnética. O objetivo final, no qual é utilizado o fenômeno citado, é gerar elevação de temperatura por perda de histerese magnética onde nanopartículas magnéticas são magnetizadas por meio de uma exposição a um campo magnético alternado.

É necessário que o calor liberado por essas nanopartículas magnéticas seja controlado. No tratamento alternativo contra o câncer, que explora o fenômeno da hipertermia magnética, este controle é importante para que ocorra a morte de células cancerígenas por um lado, e que não ocorra a morte de células saudáveis, por outro lado. É possível obter esse controle através da curva do ciclo de histerese magnética dessas nanopartículas.

Com o propósito de traçar a curva de histerese dessas nanopartículas, é primordial que se faça um circuito elétrico gerador de campo magnético alternado para excitar essas nanopartículas magnéticas, e que utilizará uma bobina para gerar tal campo. A fim de produzir um campo magnético alternado intenso o suficiente para ser detectado, e que para isso seja utilizado o método de resfriamento da bobina com ar à temperatura ambiente, faz-se com este circuito elétrico opere em ressonância; desta forma, é de vital importância conhecer o valor da indutância e da capacitância parasita desta bobina. Assim, um circuito RLC foi montado num *protoboard* e, com o auxílio de equipamentos e instrumentos apropriados, a indutância e a capacitância parasita desta bobina geradora de campo magnético alternado foram medidas.



**ALUNA: LARISSA LEAL DE LIMA GOMES – INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO CAMPUS  
NILÓPOLIS (IFRJ)**

**ORIENTADOR: MARCOS MACGYVER**

## **DEGRADAÇÃO DE FÁRMACOS ENCONTRADOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS POR PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS**

Dentre as contaminações ambientais, a mais preocupante é a deterioração dos recursos hídricos. As questões relacionadas à qualidade das águas têm sido extensivamente discutidas, nesta direção os tratamentos de resíduos vêm ganhando cada vez mais importância. Na década de 70, começou-se a atentar para a presença de fármacos em ambientes aquáticos. Desde então, diversos estudos revelam a presença de resíduos de fármacos em vários tipos de águas no mundo. A principal rota de aporte deste tipo de contaminante é o lançamento de esgoto *in natura*. Outra rota importante é o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos domésticos, uma vez que os fármacos são resistentes aos processos de tratamento utilizados.

No entanto, a contaminação aquática por fármacos merece especial atenção, uma vez que os reais riscos à saúde humana e ao ambiente não são totalmente conhecidos. A preocupação quanto à preservação dos ecossistemas aquáticos e do risco potencial de contaminação da água de abastecimento público tem incentivado a desenvolver processos confiáveis e eficazes. Os processos oxidativos avançados (POA) têm sido extensivamente estudados devido ao seu potencial como alternativas aos processos convencionais de tratamento de efluentes. A maior parte dos fármacos de diversas classes terapêuticas, como antibióticos, hormônios, antilipêmicos, antiinflamatórios, analgésicos, entre outros, têm sido detectados em esgoto doméstico, águas superficiais e subterrâneas que vêm da excreção metabólica após prescrição na medicina humana ou veterinária, de modo geral, 40 a 90% da dose administrada é excretada em sua forma original. Outra rota de contaminação é proveniente de resíduos de indústrias farmacêuticas. Estes resíduos de alto potencial ecotoxicológico contribuem para o surgimento de microrganismos altamente resistentes, mutações e morte do bioma. Neste trabalho foi feita a degradação dos fármacos encontrados em estações de tratamento em esgotos no Brasil por POA e estudado sua eficiência.



**ALUNO: MATHEUS COSTA STUTZ DE MATOS – CEFET-RJ *CAMPUS*  
MARACANÃ**  
**ORIENTADOR: LEONARDO OSPEDAL PRESTES ROSAS**

## **EFEITOS ELETROMAGNÉTICOS EM MEIOS MATERIAIS**

Neste projeto, realizamos alguns estudos introdutórios das equações de Maxwell e efeitos em meios materiais. Inicialmente, focamos nossas atenções nas chamadas relações constituintes, i.e., na resposta do meio material a um campo eletromagnético. Nesta parte, analisamos como ficam os vetores de polarização e magnetização para diferentes tipos de materiais (isotrópicos, anisotrópicos, girotrópicos e outros). Em seguida, fixando alguns materiais com relações constituintes mais simples, compreendemos como obter os modos de propagação de ondas eletromagnéticas, bem como suas velocidades e polarizações. Por último, estudamos os efeitos tipo-Faraday e tipo-Kerr em isolantes topológicos, que estão relacionados com a rotação da polarização das ondas transmitidas e refletidas pelo material, respectivamente. Nesta etapa, obtivemos as expressões para os ângulos de Faraday e Kerr em termos das propriedades do isolante topológico.

**ALUNA: LEILIANE SOUZA DOS SANTOS MONTEIRO – COLÉGIO PEDRO II  
NITERÓI**

**ORIENTADOR: LEONARDO OSPEDAL PRESTES ROSAS**

## **EFEITOS VISUAIS E FORMAS APARENTES DE OBJETOS RELATIVÍSTICOS**

No decorrer deste projeto, abordamos alguns aspectos da Relatividade Especial via diagramas espaço-temporais. De início, definimos alguns conceitos introdutórios, como linha de universo, evento, tempo próprio e cone de luz. Em seguida, foi trabalhado o conceito de simultaneidade e compreendemos que este depende do referencial. Após isso, iniciamos estudos do fator  $K$  de Bondi para, posteriormente, usá-lo na análise de alguns efeitos relativísticos: dilatação do tempo e contração do comprimento. Estes dois efeitos também foram considerados em conexão com o chamado “paradoxo dos múons”. Por último, analisamos alguns efeitos visuais e formas aparentes de objetos relativísticos, com a finalidade de mostrar a diferença entre os conceitos de “ver” e “medir”.

**ALUNAS: GLENDA GUIMARÃES CLEMENTE SILVA E LARISSA SILVA DAS NEVES CORREA (INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – IFRJ CAMPUS NILÓPOLIS).**

**ORIENTADORAS: SUZANA AZEVEDO DOS ANJOS E ELENA MAVROPOULOS.**

## **ESTUDO DA ADESÃO CELULAR DE PRÉ-OSTEOBLASTOS EM DISCOS DE HIDROXIAPATITA ADSORVIDOS COM SORO FETAL BOVINO**

A adesão celular é crucial para a união de células nos tecidos que depois se organizam para formar órgãos. As células simplesmente não “grudam” para formar os tecidos, elas se organizam em padrões distintos ligando-se à matriz extracelular (MEC), tendo papel fundamental para a manutenção da integridade dos tecidos. As células, por sua vez, são responsáveis por secretar matriz extracelular, organizá-la e degradá-la.

A hidroxiapatita (HA) é hoje reconhecida como um substituto ósseo quando houver necessidade de implantação de um biomaterial. A biocompatibilidade de um material implantado está estreitamente relacionada ao comportamento das células em contato com a superfície, especialmente a adesão celular. As propriedades da superfície do material influenciam no processo de adesão celular, porém, ao ser implantado é rapidamente recoberto por proteínas do fluxo biológico. Essa camada de proteínas é que irá controlar todo o comportamento celular. Meios de cultura celular são geralmente suplementados com soro fetal bovino (SFB), pois contêm componentes como proteínas, ácidos graxos, aminoácidos e vitaminas, cuja finalidade é de promover o crescimento das células.

Com o objetivo de avaliar qual a importância da adsorção do SFB na resposta à adesão de células, este trabalho pré-adsorveu discos de HA com SFB. A viabilidade celular foi demonstrada através de ensaios *Live/Dead* e a morfologia celular observada por microscopia de fluorescência. Os resultados indicam uma melhor adesão e espriamento celular nos discos previamente adsorvidos com SFB, concluindo que a presença do SFB pode beneficiar a regeneração óssea quando houver necessidade de utilizar implantes de um biomaterial.

**ALUNO: MATHEUS NAOTO IMAMURA – COLÉGIO PEDRO II  
CENTRO  
ORIENTADOR: ELMO DOS SANTOS BRANDÃO JUNIOR**

## **INDRODUÇÃO À ANÁLISE NUMÉRICA E MODELAGEM COMPUTACIONAL DE VOO ATMOSFÉRICO**

Fora da possibilidade de se encontrar fórmulas gerais explícitas para obter soluções pontuais, muitos problemas recorrentes no campo da Física e Engenharia requerem o uso de técnicas numéricas, em que sucessivas operações matemáticas (iterações) se sobrepõem para obter, de maneira direta, valores satisfatoriamente próximos à solução buscada. Um exemplo prático seria o lançamento de um foguete, onde é vital conhecer sua trajetória previamente. Para tanto, existe um grande número de variáveis a serem levadas em consideração, como valores não constantes de densidade do ar, temperatura e gravidade, além de condições *si ne qua non* dos foguetes, como velocidade crescente e massa decrescente, que tornam o cálculo das perdas cinéticas por arrasto aerodinâmico complicada de ser feita por métodos analíticos.

Com a ajuda de recursos presentes em qualquer computador pessoal, produzimos um modelo de voo em uma dimensão (a componente vertical) para comparar a eficácia na convergência dos três métodos iterativos mais simples da família Runge-Kutta, usando como controle um simulador de trajetória amplamente usado por espaçomodelistas (*Open Rocket*) e, com isso, apresentar de forma empírica uma ferramenta simples e poderosa, além de seu extenso leque de aplicações.



**ALUNA: RAQUEL MENDONÇA TELESSE – COLÉGIO PEDRO II  
NITERÓI  
ORIENTADORES: ELMO DOS SANTOS BRANDÃO JUNIOR E  
RODRIGO FELIX DE A. CARDOSO**

## **ALTERNATIVAS DE BAIXO CUSTO PARA NAVEGAÇÃO INERCIAL COM SISTEMAS EMBARCADOS**

O início da era espacial coincide com os primórdios da eletrônica não por acaso: O altíssimo risco dos foguetes e o ambiente inóspito, que dificultam até hoje a atividade humana, junto com restrições de peso do equipamento (carga-útil) e a contra-intuitividade da mecânica do voo orbital demandam cálculos prévios de manobra, monitoramento constante e sistemas de navegação de alta confiabilidade e boa precisão. A Aviônica, ou eletrônica de voo, vem dessa época e envolve diversas atividades como comunicação, coleta de dados (telemetria) e, por último, mas não menos importante, navegação.

Além de contar a história dos sistemas mecânicos dos mísseis V-2 à programação dos computadores de bordo do Módulo Lunar, este trabalho dedica um espaço para falar do desenvolvimento de um sistema rudimentar de navegação, análogo ao usado em veículos espaciais, para demonstrar, de forma didática, suas carências e aplicações em potencial.

**ALUNA: MAYARA JULIA PESSANHA MIRANDA –**

**COLÉGIO PEDRO II NITERÓI**

**ORIENTADOR: ELMO DOS SANTOS BRANDÃO JUNIOR**

## **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO APLICADA AO POUSO VERTICAL DE FOGUETES**

A emergente tecnologia dos lançadores reutilizáveis promete, na próxima década, uma revolução no campo do voo e da exploração espacial. O elemento-chave utilizado por empresas como Blue Origin e SpaceX para baratear custos remonta aos tempos das missões à Lua, no final dos anos 60: O pouso vertical ou VTVL (*Vertical Take-off Vertical Landing*), onde o veículo – no caso o primeiro estágio do foguete – aciona seus motores novamente para retornar suavemente ao solo.

Além de apresentar os princípios e desafios através do projeto de um pequeno lançador como prova-de-conceito, de acordo com o sistema de classificação de etapas de desenvolvimento vigente na NASA (*TRL – Technology Readiness Levels*), o trabalho faz um rápido apanhado sobre a atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (abreviadas para P&D), conduzida por diversos centros de pesquisa e universidades.



**ALUNO: EDSON DA COSTA SILVA – ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL  
VISCONDE DE MAUÁ**

**ORIENTADORES: ELMO DOS SANTOS BRANDÃO JUNIOR E BRUNO  
PINTO COSTA**

## **PROPULSÃO HÍBRIDA: VANTAGENS E DESAFIOS**

Motores de foguete, tradicionalmente, são divididos em dois grandes grupos: Os de propelente sólido e os de propelente líquido. Cada grupo tem propriedades muito distintas no que diz respeito à segurança e complexidade. Mas existe ainda uma terceira categoria de propulsão, menos conhecida, que utiliza duas fases – normalmente um agente oxidante em estado líquido e o combustível sólido – e possui muitos dos pontos fortes de ambos os sistemas e eficiência intermediária: Os motores híbridos.

Mesmo unindo a confiabilidade dos “foguetes líquidos” à simplicidade dos “sólidos” e sua segurança anteriormente comprovada em voos tripulados, como os do já histórico *Space Ship One*, a atuação dos foguetes híbridos ainda é muito pequena, por carecer de maior homologação, mantendo-os ainda desconhecidos do grande público.

Além de apresentar a tecnologia, este trabalho, através do desenvolvimento de um pequeno motor de demonstração, visa mostrar elementos-chave no projeto de motores de foguete, como cálculos estequiométricos, estimativas da taxa de regressão da fase sólida e otimização do fluxo supersônico pela abertura da câmara de combustão (tubeira).

**ALUNA: MAYRA EDUARDA DA SILVA JORGE – COLÉGIO PEDRO II SÃO CRISTÓVÃO**

**ORIENTADOR: LUIZ FILIPE GUIMARÃES**

## **A RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO EM MICRO-ONDAS PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS COSMOLÓGICOS**

O objetivo deste trabalho foi entender como os parâmetros cosmológicos do Universo (por exemplo, as densidades de energia e matéria escuras) influenciaram na formação da radiação cósmica de fundo (CMB – *Cosmic Microwave Background*) e como eles atuam em sua aparência observada.

Primeiramente fizemos um estudo introdutório de cosmologia newtoniana e relativística, passando pelas diferentes épocas do Universo, desde o primordial, passando pela formação da CMB e chegando aos tempos atuais. Desta forma, pudemos estudar a propagação das perturbações primordiais, responsáveis pelas flutuações de temperatura da CMB. A evolução das perturbações e sua relação com as flutuações dependem dos parâmetros cosmológicos, e esta dependência foi o foco do trabalho. Por último, utilizamos o *CAMB Online* para simular diferentes espectros da CMB, variando os parâmetros cosmológicos possíveis.



**ALUNOS: GABRIELA MAIA MARAZZO DA SILVA (COLÉGIO PEDRO II CENTRO) E UILSON GABRIEL CASTRO DE OLIVEIRA (COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS)**

**ORIENTADOR: DANIEL ACOSTA-AVALOS**

## **ESTUDO DE DIVERSOS EXEMPLOS DE FENÔMENOS PERIÓDICOS**

Durante este projeto nós analisamos fenômenos periódicos presentes na natureza. Para cada caso analisado é possível mostrar que se o fenômeno tem uma repetição, ele pode ser descrito como a soma de várias funções seno ou cosseno. No início, foram observados movimentos que aconteciam em planos e examinamos o movimento de um pêndulo simples, e também investigamos o movimento harmônico simples visto numa mola oscilando. Depois evoluímos para o movimento circular uniforme, e verificamos as observações de Galileu da posição angular das luas de Júpiter. A análise do movimento das luas como sendo um movimento harmônico simples permite o cálculo do período de rotação das luas em volta de Júpiter. Para o estudo do pêndulo e da mola, acompanhamos o movimento de pontos escolhidos na corda do pêndulo e no arame da mola, usando vídeos gravados por nós em alta velocidade (150 quadros por segundo), depois coletamos o ângulo em função do tempo, examinando o vídeo quadro a quadro no caso do pêndulo, e a posição vertical da mola em função do tempo no caso da mola. Os dados foram analisados usando o programa *Microcal Origin* e, usando modelos teóricos, pudemos calcular a constante elástica da mola e a aceleração da gravidade no caso do pêndulo. Perto do final, passamos a pesquisar algo que muitos não considerariam um fenômeno periódico: o som! Para isso, estudamos o som gerado pelo sapo martelo, outro sapo comum e grilos, usando para isto o gravador de som do celular e o aplicativo para Android *FFT Spectrum Analyzer*. Cada um destes animais é caracterizado pela frequência do som que emite, a duração temporal e o tempo de repetição. Como conclusão, podemos dizer que é impressionante a quantidade de fenômenos periódicos ao nosso redor, os quais passam despercebidos aos nossos olhos todo dia. E o melhor é que esta análise está baseada em funções trigonométricas simples: a função seno ou cosseno.

