



**PROVOOC**

**CBPF**

**XX SEMINÁRIO  
DE VOCAÇÃO  
CIENTÍFICA**

**29 E 30 DE NOVEMBRO DE 2017 | DE 10 ÀS 18 HORAS**



**CBPF • 29 E 30 NOVEMBRO DE 2016 | 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*

*Susana Zanette - CBPF*

*Francisco Caruso - CBPF / UERJ*

### **SECRETÁRIA:**

*Mônica Ramalho*

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

*Gilberto Kassab*

## **PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

*Polo Gráfica*



**CBPF**

Centro Brasileiro de  
Pesquisas Físicas



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

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



CIÊNCIA HOJE

## APRESENTAÇÃO

O XX 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, tecnólogos, técnicos, doutorandos e mestrandos 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 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, durante o qual os benefícios continuam.

Neste livro, apresentamos um resumo dos trabalhos, autores e 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 alunos. Pela qualidade dos trabalhos, temos a certeza de que estamos no caminho certo.

Sejam todos muito bem-vindos ao XX Seminário de Vocação Científica do CBPF! Esperamos que tenham dois dias de proveitoso passeio pelas Ciências Exatas, para que não percamos de vista aquilo que é fundamental: o direito à Educação.

# PROVOC

## AGRADECIMENTOS

O PROVOC / CBPF chega ao seu vigésimo ano de existência marcando uma trajetória 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 baseadas não 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, desprovidas de interesses materiais.

O PROVOC propicia a oportunidade de conviver com os jovens estudantes, com a vontade de desenvolver seus conhecimentos, comportamento hoje não muito frequente nesta sociedade extremamente competitiva 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 diretamente e indiretamente contribuíram para o sucesso do PROVOC, destaco os membros da equipe, a direção do CBPF, as Coordenações Científicas, aos serviços de apoio, ao pessoal da Segurança, aos pesquisadores, tecnologistas, 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 cientes de que o PROVOC é mais 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>29 de novembro - Quarta</b>		
<b>Horário</b>	<b>Aluno(a)</b>	<b>Orientador(a)</b>
<b>10:00</b>	<b>Abertura do Evento PROVOC CBPF 20 ANOS - Diretor Substituto do CBPF</b>	
<b>10:20</b>	Allan Simioni Silva – Colégio Pedro II Humaitá	José Thadeu Cavalcante e Marcos Mac Gyver
<b>10:45</b>	Jorge Henrique de Andrade Pacheco Reis – CEFET-RJ	André Massafferi
<b>11:10</b>	Bárbara Tristão Cordolino – CAP UFRJ	Vanessa Pacheco de Freitas
<b>11:35</b>	Gabriel de Aragão Aleksandravicius e Hebert Mateus da Cruz Matias – Colégio Pedro II Centro	Judismar Guaitolini
<b>12 às 14:00</b>	<b>INTERVALO - ALMOÇO</b>	
<b>14:00</b>	Amanda Ramire Andrade – Colégio Pedro II Duque de Caxias	Grécia Gomez e Gabriela Cerqueira
<b>14:25</b>	Arthur Tavares Quintão – Colégio São Vicente de Paulo	Arthur Marques Moraes
<b>14:50</b>	Bernardo Lessa Guerra – Colégio Pedro II Centro e Mariana Porto Barreto – Colégio São Vicente de Paulo	Gustavo Pazzini
<b>15:15</b>	Beatriz Farah Norões Gonçalves – Colégio São Vicente de Paulo	Marcos Mac Gyver e José Thadeu Cavalcante
	<b>CAFÉ 15:40 H - 20 MINUTOS</b>	
<b>16:00</b>	Mariana Bomfim Guedes - Colégio Pedro II São Cristóvão	Arthur Marques Moraes
<b>16:25</b>	Hugo de Barros Araujo – Colégio São Vicente de Paulo	Alexandre Martins de Souza
<b>16:50</b>	Cayo David Silva de Aguiar – Colégio Pedro II Realengo	Herman P. Lima Jr.
<b>17:15</b>	Dênis Piton Nogueira Júnior – Colégio Pedro II Niterói	Luís Rodolfo Santos
<b>17:40</b>	Edson da Costa Silva – Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá	Rodrigo Felix de Araujo Cardoso e Bruno Pinto Costa
<b>18:05</b>	Filipe Almeida Barbosa – Colégio São Vicente de Paulo	Cilene Labre e André Luiz Pinto
<b>18:30</b>	Gabriel Pedrosa Dória – Colégio Pedro II Tijuca	Josie Pereira
<b>18:55</b>	Laís Tatiana Oliveira de Medeiros – Colégio Pedro II São Cristóvão	José Abdalla Helayël-Neto

# HORÁRIO

<b>30 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>	Patrícia Kaori Miura – Colégio Pedro II Niterói	Marcos Mac Gyver
<b>10:50</b>	Sarah Ferreira Bessa – IFRJ Nilópolis	Jaime Ferreira
<b>11:15</b>	Nathália da Fonseca Alves – IFRJ Nilópolis	Daniel Acosta-Avalos
<b>11:40</b>	Paulo Roberto Augusto dos Santos Caldeira – Colégio Pedro II São Cristóvão	Leonardo Ospedal Prestes Rosas
<b>12:05 às 14 h</b>	<b>INTERVALO - ALMOÇO</b>	
<b>14:00</b>	Glenda Guimarães Clemente Silva e Larissa Silva das Neves Correa – IFRJ Nilópolis	Suzana Anjos Azevedo e Elena Mavropoulos
<b>14:25</b>	Lucas Oliveira Pontes Peixoto – Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá	Erich Cavalcanti
<b>14:50</b>	Bruno de Queiroz Cauper Oliveira – Colégio Pedro II São Cristóvão e Matheus Viana Teixeira da Silva - Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá	André Persechino e Felipe Pires
<b>15:15</b>	Breno Mascarenhas Pontes – Colégio Pedro II Realengo	Emil de Lima Medeiros
<b>15:40</b>	Gabriel Dias Correa, Gabriel Vital Rodrigues e Hyohanna Hernandez Medeiros da Silva – Colégio Pedro II Duque de Caxias	Bárbara Cardoso, Elmo Brandão e Rodrigo Felix
<b>16:05</b>	Anna Beatriz de Figueiredo Pereira – Colégio Pedro II Tijuca	Sérgio B. Duarte
<b>16:30</b>	Pedro Otávio de Souza Dias – CEFET-RJ	Alexandre Mello de Paula Silva e Roberto S. Sarthour Jr.
<b>16:55</b>	Tiago Vieira Santos – Colégio São Vicente de Paulo	André Linhares Rossi
<b>17:20</b>	Victor Mesquita Estellita Lins – Colégio Pedro II Humaitá	Pablo D. Batista
<b>17:45</b>	Vitória Silva Araújo do Nascimento	Vanessa Pacheco de Freitas e Ana Bárbara Rodrigues Cavalcante
<b>18:10</b>	Laura Stolze Lima Portugal – Colégio São Vicente de Paulo	Carlos Eduardo Cedeño Montana
<b>18:35</b>	<b>Coffee-break</b>	
<b>19:00</b>	<b>Premiação dos melhores trabalhos</b>	

# ÍNDICE

**29 de novembro de 2017**

Allan Simioni Silva - Colégio Pedro II Humaitá .....	09
Jorge Henrique de Andrade Pacheco Reis - CEFET-RJ .....	10
Bárbara Tristão Cordolino - CAp UFRJ .....	11
Gabriel de Aragão Aleksandravicius e Hebert Mateus da Cruz Matias - Colégio Pedro II Centro .....	12
Amanda Ramire Andrade / Colégio Pedro II Duque de Caxias .....	13
Arthur Tavares Quintão - Colégio São Vicente de Paulo .....	14
Bernardo Lessa Guerra - Colégio Pedro II Centro e Mariana Porto Barreto Colégio São Vicente de Paulo .....	15
Beatriz Farah Norões Gonçalves - Colégio São Vicente de Paulo .....	16
Mariana Bomfim Guedes - Colégio Pedro II São Cristóvão .....	17
Hugo de Barros Araujo - Colégio São Vicente de Paulo .....	18
Cayo David Silva de Aguiar - Colégio Pedro II Realengo .....	19
Dênis Piton Nogueira Júnior - Colégio Pedro II Niterói .....	20
Edson da Costa Silva - Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá .....	21
Filipe Almeida Barbosa - Colégio São Vicente de Paulo .....	22
Gabriel Pedrosa Dória - Colégio Pedro II Tijuca .....	23
Laísa Tatiana Oliveira de Medeiros - Colégio Pedro II São Cristóvão .....	24



## **30 de novembro de 2017**

Guilherme Scorza da Silva - Colégio Pedro II Tijuca .....	25
Patrícia Kaori Miura - Colégio Pedro II Niterói .....	26
Sarah Ferreira Bessa - IFRJ Nilópolis .....	27
Nathália da Fonseca Alves - IFRJ Nilópolis .....	28
Paulo Roberto Augusto dos Santos Caldeira - Colégio Pedro II São Cristóvão ...	29
Glenda Guimarães Clemente Silva e Larissa Silva das Neves Correa – IFRJ Nilópolis ...	30
Lucas Oliveira Pontes Peixoto – Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá .....	31
Bruno de Queiroz Cauper Oliveira – Colégio Pedro II São Cristóvão e Matheus	
Viana Teixeira da Silva - Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá .....	32
Breno Mascarenhas Pontes - Colégio Pedro II Realengo .....	33
Gabriel Dias Correa, Gabriel Vital Rodrigues e Hyohanna Hernandez Medeiros	
da Silva – Colégio Pedro II Duque de Caxias .....	34
Anna Beatriz de Figueiredo Pereira - Colégio Pedro II Tijuca .....	35
Pedro Otávio de Souza Dias - CEFET-RJ .....	36
Tiago Vieira Santos - Colégio São Vicente de Paulo .....	37
Victor Mesquita Estellita Lins - Colégio Pedro II Humaitá .....	38
Vitória Silva Araújo do Nascimento - Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá .....	39
Laura Stolze Lima Portugal - Colégio São Vicente de Paulo RJ Nilópolis .....	40

**ALUNO: ALLAN SIMIONI SILVA – COLÉGIO PEDRO II HUMAITÁ**

**ORIENTADORES: JOSÉ THADEU CAVALCANTE E MARCOS MAC GYVER**

## **ESPECTROFOTÔMETRO EMPREGANDO UM ARDUÍNO MEGA 2560 E UM SENSOR DE COR USADO PARA CONVERTER LUZ EM FREQUÊNCIA**

O sensor de cor TCS3200 utiliza o *chip* TCS3200 para detectar o nível de cor RGB (*Red, Green e Blue*, ou Vermelho, Verde e Azul) de um objeto colocado em frente ao sensor. O *chip* TCS3200 tem 64 fotodiodos: 16 com filtro para a cor vermelha, 16 para a verde, 16 para a azul e 16 sem filtro. Esses fotodiodos captam a intensidade da luz, filtrando as cores e gerando a informação correspondente no pino *out*, que vai enviar os dados para o microcontrolador. No nosso circuito, utilizou-se um Arduíno que gera um número que vai corresponder à quantidade de cor vermelha, verde e azul que está presente, uma vez que todas as cores podem ser descritas como uma combinação destas 3 cores primárias. Com isso, podemos identificar qual frequência é absorvida quando a luz de um feixe primário atravessa uma amostra. O nosso interesse é identificar, em tempo real, a variação da absorção de uma amostra e levantar uma curva da cinética de degradação de um corante, por exemplo, num processo de catálise.

**ALUNO: JORGE HENRIQUE DE ANDRADE PACHECO REIS – CEFET-RJ**  
**ORIENTADOR: ANDRÉ MASSAFFERRI**

## **NAVEGANDO NA LUZ**

Se esta é a primeira vez que você ouve falar sobre isso, talvez seja natural surpreender-se com o experimento. Porém, não é um fato tão novo assim... Ondas eletromagnéticas (“luz”) exercem pressão sobre as coisas, isto é, elas fazem força. Isso contraria nossas primeiras expectativas, já que a luz não apresenta massa.

O objetivo deste trabalho consiste em testar a viabilidade, utilizando elementos básicos de teoria e computação, de um novo conceito de experimento, análogo ao pêndulo de torção, utilizando *laser* e supercondutividade para medir a transferência de momento da luz. Esse conceito poderá ser utilizado em experimento com prótons, em vez de fótons, na competição *Beam Line for Schools*, no CERN.

**ALUNA: BÁRBARA TRISTÃO CORDOLINO – CAP UFRJ**  
**ORIENTADORA: VANESSA PACHECO DE FREITAS**

## **A ESCADA CÓSMICA DE DISTÂNCIAS**

Medir distâncias em Astronomia é uma tarefa complexa dada a extensão do Universo. Algumas técnicas foram desenvolvidas para calcular essas distâncias para várias escalas, como o uso de radar dentro do Sistema Solar, paralaxe para estrelas próximas, estrelas variáveis dentro da Via Láctea, cefeidas para medir a distância até galáxias mais próximas, Supernovas e Lei de Hubble para aglomerados de galáxias. Queremos com o projeto estudar as diferentes formas de calcular distâncias e para isso utilizamos o material educacional do *European Southern Observatory* – ESO com dados do telescópio *Hubble* disponíveis para cada atividade. A primeira medida de distância que fizemos foi até a Supernova 1987A. Para isso consideramos a geometria de um anel ao redor dessa Supernova, com uma inclinação em relação ao plano do céu. Pelas observações da Terra de como a luz da supernova atingia o anel, foi possível calcular o seu tamanho angular e físico de modo a determinar a distância até a supernova. O segundo estudo foi em relação à galáxia M100, utilizando a medida do período e magnitude de cefeidas localizadas na galáxia. Usando a relação Período-Luminosidade, calcula-se a magnitude absoluta e com a relação entre distância, magnitude absoluta e aparente é possível determinar a distância até M100. Além disso, utilizamos a velocidade de recessão da galáxia, calculamos a constante de *Hubble* e estimamos a idade do Universo. Por fim, calculamos a distância até a nebulosa Olho de Gato utilizando paralaxe de expansão, ou seja, como a nebulosa expandiu em um dado intervalo de tempo, que foi três anos para os dados fornecidos no exercício do ESO.

**ALUNOS: GABRIEL DE ARAGÃO ALEKSANDRAVICIUS E HEBERT MATEUS DA CRUZ MATIAS – COLÉGIO PEDRO II CENTRO (AMBOS DO PERÍODO AVANÇADO)**

**ORIENTADOR: JUDISMAR GUAITOLINI**

**INVESTIGANDO FENÔMENOS FÍSICOS EXPERIMENTALMENTE COM ARDUINO**

Este trabalho teve o objetivo de associar conceitos teóricos de Física com investigação experimental, a partir da utilização da plataforma de *hardware* livre Arduino. Neste sentido, foi necessário um esforço em várias frentes de estudo, tanto na questão de tecnologia e eletrônica, aprendendo a lidar com linguagem de programação, construção de circuitos e entendimento do funcionamento da unidade de processamento utilizada, quanto no aprofundamento dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos.

Ao participar do processo de construção do experimento é possível visualizar os problemas e propor novas soluções em busca de melhores resultados e uma vez que a tecnologia vem sendo amplamente utilizada no meio científico, tendo contribuído para inúmeras descobertas e criações de modelos, é importante que estudantes não fiquem limitados a experimentos rudimentares, desconectados do avanço tecnológico. Como o alto custo de equipamentos pode dificultar tal acesso, a plataforma Arduino se apresenta como uma alternativa viável, pois além de seu baixo custo, é uma ferramenta versátil e de fácil utilização.

Ao final do trabalho a empregabilidade de diversos componentes como, por exemplo, sensores ultrassom e de temperatura, nos permitiram montar aparatos experimentais para investigar o equilíbrio térmico na mistura de líquidos a temperaturas distintas e a oscilação de um objeto sujeito à resistência do ar. Consideramos assim que nosso objetivo inicial foi alcançado, e a experiência investigativa adquirida foi um diferencial em relação ao ciclo tradicional do Ensino Médio.

**ALUNA: AMANDA RAMIRE ANDRADE – COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**

**ORIENTADORAS: GRÉCIA GOMEZ E GABRIELA CERQUEIRA**

### **COMO SE FAZ PESQUISA EM MATERIAIS E FILMES FINOS?**

A pesquisa científica em Ciência de Materiais foi demonstrada com atividades cotidianas nos laboratórios do CBPF. Atualmente, a produção e aplicação de filmes finos são cada vez mais importantes e úteis no nosso dia-a-dia. Alguns exemplos estão na área tecnológica e eletrônica (na tela dos nossos *smartphones* e em baterias), na área da ótica (em espelhos, painéis solares) e inclusive na área biomédica (em farmacêuticos, implantes e outros). Existem várias técnicas de produção de filmes finos e de caracterização dos materiais. Nesse trabalho, filmes finos de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e de hidroxiapatita [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ ] foram produzidos pela técnica de deposição por ablação a *laser* (PLD – *Pulsed Laser Deposition*). Os filmes foram caracterizados por DRX, MEV e SQUID. A hidroxiapatita é muito estudada devido às suas propriedades de biointegração [1], enquanto a magnetita pode ser usada em terapias de liberação de drogas (*drug delivery*) e hipertermia devido à sua característica magnética e principalmente à baixa toxicidade [2]. Os filmes formados pelo composto de hidroxiapatita e magnetita podem carregar as vantagens de cada material para serem usados em aplicação biológica.

#### **REFERÊNCIAS**

[1] S. V. Dorozhkin, Calcium orthophosphate bioceramics. **Ceramics International**, 41, 10 (2015) 13913-13966.

[2] U. Anjaneyulu, U Vijayalakshmi, Preparation and characterization of novel sol-gel derived hydroxyapatite/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$  composites coatings on Ti-6Al-4V for biomedical applications. **Materials Letters** 189 (2017) 118-121.

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

## **QUARENTA BELOS ANOS DA DETECÇÃO DO QUARK BOTTOM**

No ano de 2017 o anúncio do *méson upsilon* ( $Y$ ), a partícula descoberta no experimento 288 que confirmou a existência da segunda geração de *quarks*, completou 40 anos. Com isso, o trabalho realizado com a orientação do Dr. Arthur Marques Moraes tem por objetivos: produzir uma breve retrospectiva do caminho que levou à sua descoberta e apresentar um pouco do cenário e dos conceitos da física de partículas que estão por trás do sabor B. A ilustração gráfica voltada para a reconstrução de alguns dos dados obtidos pelos grupos de pesquisa do Fermilab, o laboratório em Chicago que hospeda o acelerador onde foi feita a descoberta, foi produzida graças ao uso dos simulador de colisões PYTHIA, disponibilizado gratuitamente por um grupo de físicos da Universidade de Lund na Suécia e também do *software* de análise estatística de dados e emulador ROOT criado pelo CERN, o famoso centro de pesquisa nuclear com sede na Suíça e que é popularmente conhecido por seu acelerador LHC, *Large Hardron Colider*. Além disso, o uso destes programas requereu algum conhecimento básico da linguagem C++, que por encadeamentos lógicos mergulha em conceitos importantes da Física de Partículas, tais como: a decomposição vetorial do momento das partículas e a relação entre massa, energia e momento.

*Ciência não se trata de status quo. Se trata de revoluções – Leon M. Lenderman, Coordenador do E288.*

**ALUNOS: BERNARDO LESSA GUERRA – COLÉGIO PEDRO II CENTRO E  
MARIANA PORTO BARRETO – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO  
ORIENTADOR: GUSTAVO PAZZINI**

## **GRÁFICOS DE FEYNMAN FOR BABIES**

Ao longo deste projeto nós realizamos um estudo introdutório sobre os chamados gráficos de Feynman. Nesse sentido, por meio da análise de um sistema de equações algébricas não lineares procurou-se estabelecer uma noção introdutória sobre teoria de perturbações. Essencialmente a ideia básica por trás da teoria de perturbações consiste na construção de soluções aproximadas de um problema complicado a partir do conhecimento de soluções exatas de alguma versão simplificada do mesmo problema. O uso dos chamados métodos perturbativos se estende por diversas áreas da Física; em especial, esses métodos desempenham um papel central na Física de Partículas. Nesse contexto, os métodos perturbativos possuem uma representação muito interessante em termos de gráficos de Feynman. Neste projeto desenvolvemos uma abordagem introdutória dos gráficos de Feynman a partir do estudo de soluções perturbativas de um sistemas de equações algébricas não lineares.



**ALUNA: BEATRIZ FARAH NORÕES GONÇALVES – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**  
**ORIENTADORES: MARCOS MAC GYVER E JOSÉ THADEU CAVALCANTE**

## **REATORES FOTOCATALÍTICOS DE LEITO FIXO E ESTUDO DE GERAÇÃO DE CARGAS EM JUNÇÕES DE SEMICONDUTORES COM CRISTALIZAÇÕES DIFERENTES**

O objetivo deste estudo foi investigar a utilização de um fotocatalisador incorporado numa argamassa na degradação catalítica, com radiação UV, de corantes empregados em indústria têxtil. O efeito das concentrações de  $H^+/H_2$  e  $O_2/H_2O$  na cinética de descoloração foram estudados. Os resultados indicaram que a eficiência de descoloração depende da cor e do tempo de reação. Foram também comparados os processos de oxidação avançada empregando dois semicondutores com *gap* diferentes em várias concentrações. Verificou-se que concentrações de cargas geradas dependem da distribuição da concentração de cada fotocatalisador na mistura. Pretende-se desenvolver um modelo teórico que explique a fenomenologia observada.

**ALUNA: MARIANA BOMFIM GUEDES – COLÉGIO PEDRO II SÃO CRISTÓVÃO**  
**ORIENTADOR: ARTHUR MARQUES MORAES**

## **CERN: SPS E LHC. O QUE MUDOU DE 1980 A 2012?**

Primeiramente, serão discutidas as descobertas de algumas das principais partículas do Modelo Padrão da Física: o Elétron, o Próton, o Méson Pi e, finalmente, o Bóson de Higgs. Assim, será possível observar o avanço não só da Física de Partículas, mas da Ciência como um todo.

Desta forma, será utilizado o programa Pythia para simular as colisões de partículas tanto no SPS (1980), quanto no LHC (2012), ambos aceleradores do complexo do CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*). Além disso, também será utilizado o programa Root para construir gráficos e histogramas com os dados obtidos do Pythia. Para tal, será analisada a detecção do Píon: um méson composto por um quark up e um antiquark down que, nas colisões, é a partícula mais produzida.

Portanto, será possível analisar a evolução tecnológica e científica dos aceleradores, tanto em termos de dimensões, quando de energia produzida na colisão e a precisão das descobertas. Logo, ficará visível como em pouco tempo a Ciência avançou em níveis enormes e contribuiu muito para a sociedade como um todo.

**ALUNO: HUGO DE BARROS ARAUJO – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**  
**ORIENTADOR: ALEXANDRE MARTINS DE SOUZA**

## **CRIPTOGRAFIA – SEUS DESAFIOS E UMA BREVE HISTÓRIA**

A criptografia sempre foi uma importante ferramenta na história da humanidade, sendo utilizada desde a antiguidade até os dias atuais. Criptografar consiste em usar um algoritmo para codificar mensagens de forma a permitir a transmissão de informações confidenciais. Com o passar do tempo, diversos sistemas de criptografia foram criados, com diferentes características. Muitos tornaram-se obsoletos devido aos avanços tecnológicos, principalmente no último século, com o surgimento da ciência da computação. Acredita-se que o principal método de criptografia da atualidade, o RSA, está perto de ser quebrado, devido ao crescente campo da Informação Quântica. Um computador quântico que consiga quebrar os protocolos de criptografia atuais, em um mundo tão informatizado, pode gerar grandes impactos, uma vez que a segurança de dados pessoais, de contas bancárias e de informações confidenciais de Estado é feita por sistemas de criptografia.

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a criptografia em algumas de suas funções e características, bem como uma análise de seus primórdios e seus primeiros sistemas. Foram abordadas também a relação dessa ciência com a computação quântica, as mudanças que sofrerá em um futuro iminente e as expectativas quanto à realidade da criptografia nesse futuro.

**ALUNO: CAYO DAVID AGUIAR – COLÉGIO PEDRO II REALENGO**

**ORIENTADOR: HERMAN P. LIMA JR.**

## **CIRCUITOS ELETRÔNICOS PASSIVOS E A FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES**

A pesquisa em Física das Partículas Elementares utiliza, desde os seus primórdios, aparatos mecânicos, elétricos e eletrônicos em seu viés experimental. A comprovação da existência dos neutrinos em 1956, por exemplo, foi facilitada pelo uso de sensores de luz chamados Tubos Fotomultiplicadores. Estes sensores são tubos de vidro a vácuo que utilizam em seu interior um circuito com resistores e capacitores, que são componentes eletrônicos passivos, ou seja, não amplificam tensão ou corrente. Portanto, ainda hoje, o estudo e uso de componentes passivos – resistores, capacitores e indutores – é mandatório para a pesquisa e desenvolvimento de qualquer instrumentação eletrônica dedicada ao estudo das partículas elementares. Neste trabalho estudamos o básico sobre as partículas elementares, a eletricidade, o magnetismo e os componentes passivos, visando o projeto de circuitos simples, mas de grande utilidade, como fontes de tensão DC e filtros passivos.

## **BURACOS NEGROS**

Diferentemente do que pensa o senso comum, há variados tipos de buracos negros. Tais objetos celestes são o resultado do colapso gravitacional daquilo que outrora era uma estrela. Entretanto, não é toda estrela que termina em buraco negro. Dependendo da massa estelar, os fenômenos podem ser variados. Para uma estrela de 5 a 20 massas solares, surge o que chamamos de estrela de nêutrons. Acima de 20 massas solares, o colapso gravitacional resulta em um buraco negro.

Além do mais, é importante ressaltar que as propriedades das estrelas a colapsarem permanecem no buraco negro originado, caracterizando-o. Contudo, são apenas as informações mais simples e essenciais como massa, carga e momento angular que perduram. Buracos negros que não giram nem estão carregados são chamados de buracos negros de Schwarzschild; já o buraco negro de Kerr possui apenas rotação e massa, enquanto que o de Reissner-Nordstrøm possui carga e massa. Por fim, há o de Kerr-Newman, que apresenta carga, massa e rotação.

Esses e outros assuntos foram o eixo central do estudo desenvolvido neste ano. A temática astronômica permitiu, inclusive, a melhor compreensão de fenômenos quânticos aplicados aos astros, como no caso do limite de Chandrasekhar e a radiação Hawking. Falando desde os assuntos mais simples da Física até os mais modernos, as palestras instigaram o público e talvez tenham despertado outros jovens cientistas. Nosso intuito mais soberano foi desenvolver ciência de ponta sem deixar de usá-la como instrumento de esperança para os estudantes das escolas públicas do Rio de Janeiro.

## FOGUETE EXPERIMENTAL MOVIDO A COMBUSTÍVEL SÓLIDO

Este trabalho visa a construção de um Minifoguete movido por um motor feito de propelente sólido, com base de nitrato de Potássio (oxidante) e Sacarose (combustível). O projeto foi calculado para chegar a um apogeu de 500 (quinhentos) metros. A construção deste foguete foi subdividida em 5 (cinco) subsistemas para facilitar o desenvolvimento do protótipo; são eles: Propulsão, aerodinâmica, recuperação, estruturas e aviônica.

O grande desafio para a construção desses minifoguetes consiste em reproduzir um dispositivo que não apresente desgaste mecânico em seu lançamento e que não rompa suas estruturas por uma elevada pressão e não apresente falha estrutural devido à alta temperatura na hora da queima do propelente. Devido a estes fatores deve-se desenvolver os cálculos do centro de massa e de pressão corretamente.

O cálculo da margem estática do foguete envolveu o comportamento de cada elemento estrutural. As aletas, o posicionamento do motor, o peso e formato da coifa e o comprimento foram calculados para chegar à estabilidade ideal; para isso utilizou-se *softwares* ao longo do desenvolvimento do projeto.

Durante o processo foram avaliadas algumas grandezas físicas, tais como empuxo, velocidade, pressão, impulso e impulso específico. Com tudo isso foi possível chegar a um projeto básico de um minifoguete experimental.

**ALUNO: FILIPE ALMEIDA BARBOSA – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**  
**ORIENTADORES: CILENE LABRE E ANDRÉ LUIZ PINTO**

## **COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DAS IMAGENS DO MET MEDIANTE O USO DE ISOPROPRANOL OU CLOROFÓRMIO**

Para a realização de pesquisas com materiais em pó, é necessário preparar as amostras sem danificá-las, desagrupá-las em um solvente e então deixá-las se depositarem na grade responsável por possibilitar a visualização da amostra. Porém, é necessário escolher o solvente, pois caso ele não sirva, causa efeitos como a formação de *clusters*, que inviabiliza a visualização e inutiliza a amostra, além de desperdiçar tempo de pesquisa, dinheiro e recursos. Para resolver o problema, focou-se a pesquisa em solventes de fácil acesso e de baixo custo, tentando chegar à conclusão de qual deles é capaz de produzir imagens melhores.

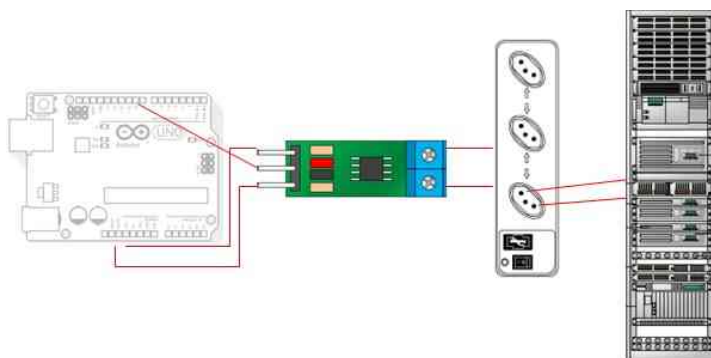
Foram preparadas 4 grupos de amostras, dos quais dois foram usados, feitos com Isopropanol, Clorofórmio, Metanol e Acetona, que são solventes de fácil acesso e baixo custo. Embora solventes como a Albumina Bovina possam ter grande potencial, por proporcionarem ótimas imagens, não são facilmente acessíveis, pois apresentam custo elevado, o que os inviabiliza. Adotou-se cada amostra com 2 tempos de exposição à vibração, 15 minutos e 30 minutos com dois solventes: o Clorofórmio e o Isopropanol.

Para a realização do experimento tomamos por base alguns princípios. Primeiramente, a amostra não reage com o solvente; caso contrário sofreria interferência, tornando o solvente inadequado. A vibração também não deve interferir na composição da amostra, apenas fazê-la desagrupar-se de modo homogêneo. Tomando isso como base, fizemos as amostras e levamos os resultados ao MET. As amostras do clorofórmio apresentaram maior qualidade de imagem dentro dos critérios: diferenciação de medida das nanopartículas; contagem e comparação de tamanho. Quanto maior o tempo de exposição à vibração, maior a formação dos *clusters*; a imagem do clorofórmio apresentou melhor distribuição espacial das partículas, o que se pôde atribuir ao tempo de evaporação maior do clorofórmio em relação ao isopropanol.



## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE ANÁLISE DE CONSUMO DE CORRENT E UTILIZANDO PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO E *SOFTWARE OPEN SOURCE*

É amplamente conhecido que sistemas de monitoramento *in situ*, *on line* ou remoto de aquisição de dados se tornam cada dia mais necessários ao controle de processos de medição instalados em locais de difícil acesso ou mesmo para aqueles em que a tomada de decisão precisa ser executada no menor tempo possível, reduzindo assim prejuízos decorrentes de *delay* na ação corretiva. Além disto, o monitoramento remoto, por permitir maior interação com os dados coletados, possibilita aprimorar continuamente o método de medição, bem como aumenta as chances de obtenção de resultados mais eficazes no processo em si. O objetivo deste projeto é criar um protótipo de baixo custo para avaliarmos a variação da corrente consumida pelo sistema que será monitorado; desta forma o monitoramento de um sistema qualquer poderá ser realizado independentemente da localidade onde o mesmo seja instalado.



Este trabalho teve como objetivo desenvolver um analisador de corrente consumida utilizando uma plataforma de desenvolvimento *open source* e um *software* em linguagem de alto nível para leitura e interpretação dos dados coletados. Todo o *hardware* foi desenvolvido com um Arduino Uno, um sensor de corrente modelo ACS172 e o *software* desenvolvido em C/C++ dentro da IDE do próprio Arduino.



## **O PARADIGMA DA UNIFICAÇÃO NOS 50 ANOS DA TEORIA ELETROFRACA**

Este ano 2017 celebra os 50 anos de um evento muito relevante para a Física: *a publicação dos trabalhos de Salam e Weinberg, que completam o processo de formulação da chamada Teoria Eletrofraca de Glashow, Salam e Weinberg*. Esta teoria estabelece um marco significativo na busca da Física por ampliar o paradigma da unificação, ou seja, a compreensão de uma origem comum para fenômenos aparentemente muito distintos, podendo-os descrever através de uma formulação única.

A ideia central deste Projeto foi identificar, já na Mecânica Clássica Newtoniana, uma matriz unificadora e, a partir daí, assinalar outros momentos da Física em que alguma nova forma do paradigma da unificação se tenha revelado de maneira significativa. É o caso da Teoria Eletromagnética de Maxwell, da unificação espaço-tempo Einsteiniana e do Modelo-Padrão das Interações Fundamentais.

O apoio epistemológico para a compreensão do estabelecimento e da quebra de paradigmas, 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. A Estudante desenvolveu material escrito com o objetivo de se tornar um texto que possa ser lido e debatido na disciplina de Física do Ensino Médio.

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. A Estudante desenvolveu material escrito com o objetivo de se tornar um texto que possa ser lido e debatido na disciplina de Física do Ensino Médio.

## **QUEDA LIVRE**

Uma análise histórica e físico-matemática foi realizada sobre a queda livre dos corpos. Começamos por Aristóteles, que foi um dos primeiros pensadores a desenvolver uma ideia de como os corpos caem. Após um milênio e meio, uma nova teoria foi proposta por Galileu Galilei, mudando significativamente a visão do problema. A partir das observações de Galileu e de Kepler, uma teoria geral sobre a dinâmica dos corpos foi desenvolvida por Isaac Newton e, em particular, a queda dos corpos em fluidos pôde ser explicada. Fizemos várias simulações numéricas das equações de Newton para a queda livre. Consideramos queda com e sem fricção e diversas formas de corpos. Finalmente, usando análise dimensional, derivamos a expressão para a força de arrasto do ar.

**ALUNA: PATRÍCIA KAORI MIURA – COLÉGIO PEDRO II NITERÓI**  
**ORIENTADOR: MARCOS MAC GYVER**

## **PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS**

Uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos pode ser encontrada em águas residuais que podem contribuir para a contaminação ambiental. Os processos de oxidação com ozônio ( $O_3$ ;  $O_3 / UV$ ;  $O_3 / H_2O_2$ ;  $O_3 / TiO_2$ ;  $O_3 / Mn^{+2}$ ) e o uso de ozônio no pré ou pós tratamento de águas residuais combinadas com processos biológicos tem sido amplamente estudado para o tratamento de efluentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do processo de ozonização no tratamento de várias águas residuais industriais, nomeadamente efluentes de fábricas de papel e fábricas de têxteis e curtumes e na eliminação de pesticidas empregados na agricultura (agrotóxicos).

**ALUNA: SARAH FERREIRA BESSA – INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO,  
IFRJ – CAMPUS NILÓPOLIS**

**ORIENTADOR: JAIME FERREIRA**

## **A SUPOSTA DESCOBERTA DA MASSA NEGATIVA**

Quando o tema da informação é a ciência, muitas vezes vemos em notícias na internet fatos que não são totalmente corretos. O trabalho realizado teve como objetivo clarificar um desses equívocos. A notícia escolhida foi a respeito dos cientistas supostamente terem encontrado o que foi chamado de “massa negativa”.

Um corpo se comporta como massa negativa não significa que ele tenha “massa negativa”; por exemplo, elétrons confinados em sólido muitas vezes se comportam como se tivessem uma massa maior ou menor que sua massa de repouso.

Inicialmente buscamos introduzir a ideia da Física moderna, começando pelo conceito do efeito fotoelétrico, que é a emissão de elétrons de uma superfície sob a ação de uma luz ultravioleta. A partir da definição do efeito fotoelétrico e de suas implicações, podemos entrar nas noções da Física moderna. O estudo das estruturas cristalinas, que são estruturas agrupadas periodicamente a um nível atômico, os cristais são formados pelo acúmulo de átomos em um ambiente estável, assumindo uma forma específica e passam a ter um arranjo periódico tridimensional e, por consequência, um potencial periódico. A existência do potencial dos cristais tem como consequência a formação das bandas de energia, que são a origem da massa efetiva dos elétrons nos sólidos.

**ALUNA: NATHÁLIA DA FONSECA ALVES – INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, CAMPUS NILÓPOLIS**  
**ORIENTADOR: DANIEL ACOSTA-AVALOS**

**A ESCOLHA DO ÂNGULO DE ENTRADA/SAÍDA DO NINHO PELAS ABELHAS JATAÍ (*TETRAGONISCA ANGUSTULA*) MUDA NA PRESENÇA DE CAMPOS MAGNÉTICOS FORTES**

É sabido que os animais são capazes de usar o campo geomagnético como uma fonte de informação nas tarefas de migração e deslocamento espacial. Porém, os animais também são sensíveis a campos magnéticos mais fortes que o campo geomagnético, que no Rio de Janeiro é da ordem de  $24 \mu\text{T}$ , mudando seu comportamento habitual. No presente trabalho estudamos o comportamento de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) na presença de um ímã forte perto do ninho, alterando 10 vezes o campo geomagnético local. O comportamento analisado foi o ângulo de entrada e de saída do ninho. Usamos como controle o comportamento no campo geomagnético normal.

O ninho de Jataí estudado se encontra localizado numa árvore no *campus* da UFRJ – Praia Vermelha. As abelhas foram filmadas por 5 minutos usando duas câmeras digitais (Everio – JVC – Modelo GZ-VX700BU), na velocidade de 150 quadros por segundo, estando ambas as câmeras posicionadas em direções perpendiculares. Os ímãs foram posicionados dentro de um tubo *ependorf* e colados na vertical na base do ninho com massa de modelar. Para medir os ângulos foi usada como linha de referência a vertical, filmada com uma linha esticada por um peso. Os filmes foram analisados quadro a quadro usando o programa *AVS Video Converter*, marcando numa folha de plástico a trajetória de cada abelha ao entrar ou sair, e a partir desta o ângulo foi medido com um transferidor. Observamos que os ângulos de entrada não foram afetados pela alteração do campo geomagnético. Os ângulos de saída normalmente se distribuem em dois grupos e o aumento do campo magnético mudou a quantidade de abelhas em cada grupo, mudando o ângulo médio final. Com estes resultados concluímos pela primeira vez que as abelhas Jataí são sensíveis a campos magnéticos.



**ALUNO: PAULO ROBERTO AUGUSTO DOS SANTOS CALDEIRA –  
COLÉGIO PEDRO II SÃO CRISTÓVÃO  
ORIENTADOR: LEONARDO OSPEDAL PRESTES ROSAS**

## **INTRODUÇÃO À FÍSICA DE PARTÍCULAS**

Neste projeto, realizamos um estudo introdutório ao Modelo Padrão de Física de Partículas. Inicialmente, focamos nas forças fundamentais e partículas elementares. Nesta etapa, compreendemos a classificação das partículas (matéria e portadores de interação ou intermediadores), suas propriedades internas (*spin* e cargas); bem como as características de atuação das forças e suas escalas de interação. Em seguida, estudamos algumas partículas compostas (hádrons), processos (aniquilação, criação e espalhamento) e aplicações das leis de conservação. Por último, a partir desses estudos, estamos finalizando uma monografia sobre o Modelo Padrão, com a intenção de introduzir este assunto e indicar outras referências (artigos, livros e *sites*) voltadas para alunos do Ensino Médio e/ou interessados em Física de Partículas.

**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**

## **AVALIAÇÃO DA CITOCOMPATIBILIDADE DE NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA EXPOSTAS A CÉLULAS MC3T3-E1**

Biomateriais à base de fosfato de cálcio com composição química similar à fase mineral dos tecidos ósseos estão sendo amplamente utilizados como substitutos ósseos em áreas de ortodontia e ortopedia. A Hidroxiapatita [HA,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})$ ], quando implantada, é biocompatível, isto é, não induz a rejeição por parte dos tecidos ósseos.

Muitos métodos são utilizados para sintetizar a HA, porém a reação utilizada no laboratório de Biomateriais do CBPF é a precipitação em meio aquoso utilizando o nitrato de cálcio [ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ] e o diamônio fosfato [ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ]. Para se obter uma hidroxiapatita pura por este método vários parâmetros precisam ser controlados: a concentração dos reagentes, o pH da reação, o tempo e a temperatura. Uma discreta variação destes parâmetros pode gerar drásticas variações na composição do produto final, que são observadas na caracterização físico-química do material obtido.

O objetivo principal foi o acompanhamento de todo o processo: desde a produção da HA, passando pela caracterização físico-química, até os testes de citocompatibilidade.

Os resultados da caracterização físico-química (DRX, FTIR e BET) comprovam que o material obtido a 37°C e a 90°C apresentam pequenas diferenças compatíveis com a diferença de temperatura. As análises biológicas de citotoxicidade e o ensaio *Live/Dead* indicam que os materiais obtidos quando expostos às células MC3T3, apresentaram boa viabilidade celular. Podemos concluir que os materiais obtidos são biocompatíveis, tendo potencial para uso em dispositivos médicos.

**ALUNO: LUCAS OLIVEIRA PONTES PEIXOTO – ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL  
VISCONDE DE MAUÁ  
ORIENTADOR: ERICH CAVALCANTI**

## **PRINCÍPIOS DE RELATIVIDADE – GALILEU, EINSTEIN E CARROLL**

No fim do século XIX, a Física Teórica parecia se solidificar: a mecânica clássica, formulada originalmente no século XVII, estava solidificada e os ramos da mecânica estatística – para descrição de sistemas com muitos corpos – e eletromagnetismo – que unificava os fenômenos elétricos, magnéticos e óticos – tinham sido estabelecidos. Neste contexto, a descrição da luz como uma onda eletromagnética se movendo no meio luminífero (éter) parecia satisfatória. Assim, a dificuldade de estudar o éter com os experimentos de Michelson-Morley se tornou um dos grandes desafios do período por aparentemente revelar a necessidade de uma mudança das teorias físicas estabelecidas. De fato, a resolução deste problema, com a introdução da relatividade especial, levou a uma revolução na Física no início do século XX.

Neste estudo tomamos a liberdade de reexaminar a descoberta da relatividade especial. Ao invés de seguir a abordagem histórica, investigamos diretamente quais são as possíveis leis de transformação entre referenciais inerciais e não assumimos o postulado da constância da velocidade da luz. Tomando o caso de um sistema unidimensional e realizando exigências mínimas com objetivo de manter consistência física e matemática (paridade, reversão temporal, transformação identidade, ...), encontramos como transformações aceitáveis entre referenciais inerciais somente as transformações de Galileu, Lorentz e Carroll. Deste modo, mostramos que tanto a relatividade especial de Einstein quanto a relatividade de Galileu surgem como casos especiais da nossa abordagem mais geral. Além disto, encontramos o estranho caso das transformações de Carroll, em que a velocidade da luz é muito lenta.



**ALUNOS: BRUNO DE QUEIROZ CAUPER OLIVEIRA – COLÉGIO PEDRO II  
SÃO CRISTÓVÃO E MATHEUS VIANA TEIXEIRA DA SILVA - ESCOLA TÉCNICA  
ESTADUAL VISCONDE DE MAUÁ  
ORIENTADORES: ANDRÉ PERSECHINO E FELIPE PIRES**

**INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS DA FÍSICA ATRAVÉS DE ESTUDO DIRIGIDO EM ÓPTICA**

Durante o período do projeto foram introduzidos métodos fundamentais da física aplicados à óptica. Nesse sentido, foram estudados os conceitos mais notáveis da óptica geométrica e introduzida a noção de ondulatória e interferência, pavimentando uma imersão futura em Óptica Física. Dentro do escopo da óptica geométrica, os estudantes foram introduzidos à face matemática da Física, deduzindo via Princípio de Fermat a lei de Snell-Descartes. Tal dedução abriu portas para um primeiro contato com o cálculo diferencial e, do ponto de vista físico, uma introdução ao princípio de ação mínima. Ainda dentro das investigações em óptica geométrica, os estudantes vivenciaram um processo de medidas para determinação de distâncias focais de lentes, aprendendo sobre coleta de medidas e análise de dados, incluindo uma breve noção de teoria dos erros através da estimação de histogramas das medidas.

Como introdução à Óptica Física, os estudantes abordaram o fenômeno de interferência sob uma óptica de superposição de ondas harmônicas, tendo um primeiro contato com a síntese de Fourier. Medidas qualitativas com um espectrômetro de baixo custo – construído pelos próprios estudantes, sob orientação – foram usadas para compreensão de conceitos relativos à composição espectral de uma fonte de luz.

## **O PARADOXO DOS RELÓGIOS NA RELATIVIDADE ESPECIAL: TENTANDO EXPLICÁ-LO (E RESOLVÊ-LO) DE MANEIRA SIMPLES**

Um dos experimentos imaginados mais famosos da história da Física é o *paradoxo dos gêmeos*, algumas vezes também chamado de *paradoxo dos relógios*. Dois irmãos gêmeos, munidos cada um de um relógio idêntico e sincronizado ao do outro, realizam um experimento em que um deles permanece na Terra, enquanto o outro viaja a uma velocidade próxima à da luz durante alguns anos, retornando e reencontrando seu irmão estacionário bem mais envelhecido do que ele, viajante.

Por que a previsão da teoria da Relatividade Especial afirma que é o gêmeo viajante o que menos envelhece? Sendo o movimento relativo, não se poderia imaginar que, do ponto de vista do viajante, tudo se passaria como se ele permanecesse em repouso e que fosse a Terra que estivesse se movimentando no sentido oposto? E que, nesse caso, se deveria esperar que o gêmeo em repouso na Terra envelhecesse menos?

Um dos objetivos deste trabalho consistiu em procurar na literatura explicações didáticas sobre esse paradoxo e sua resolução, abordando o assunto num nível apropriado a alunos do Ensino Médio sem contato prévio com o tema. Utilizando conceitos básicos como o tempo de viagem da luz entre dois sistemas inerciais, e o efeito Doppler para ondas eletromagnéticas, é possível mostrar, sem as complicações da Relatividade Geral, que de fato o tempo avança num ritmo diferente para cada um dos gêmeos em questão.

Além de exemplos numéricos, são apresentadas também formas gráficas que facilitam a resolução do paradoxo dos gêmeos, como o diagrama do espaço-tempo e as correspondentes linhas do universo de cada um deles. Uma possível continuidade deste projeto seria o desenvolvimento de uma animação para uma compreensão ainda mais didática do paradoxo e de sua solução.

**ALUNOS: GABRIEL DIAS CORREA, GABRIEL VITAL RODRIGUES E HYOHANNA HERNANDEZ MEDEIROS DA SILVA – COLÉGIO PEDRO II DUQUE DE CAXIAS**  
**ORIENTADORES: BÁRBARA CARDOSO, ELMO BRANDÃO E RODRIGO FELIX**

## **A BIOMECÂNICA E O PAPEL DA GRAVIDADE NA DINÂMICA DA LOCOMOÇÃO BÍPEDE**

A análise da marcha humana e sua duplicação são tópicos comuns entre duas áreas de conhecimento com abordagens aparentemente opostas: A Biomecânica – O estudo analítico da mecânica newtoniana aplicada a organismos e a Biônica, que busca soluções de engenharia através dos modelos vivos.

Devido à larga interdisciplinaridade e à complexidade em determinar o melhor método de trabalho para obtenção de dados e posterior modelagem, optou-se pela abordagem *top-down*, de engenharia reversa do caso *BlueBiped*, desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Nagoya em meados de 2010, reproduzindo-o a fim de investigar sua dinâmica *in situ*.

O objetivo do projeto é demonstrar, através de um ambiente computacional simplificado e métodos experimentais, os principais elementos envolvidos no caminhar bípede e a importância da gravidade nas permutações de energia potencial e cinética durante e na manutenção do equilíbrio.

## **TEMPO, A LUZ E A GRAVITAÇÃO**

Estes conceitos foram perseguidos pelo homem na tentativa de obter explicações consistentes para os fenômenos que ocorrem em todo o Universo. Foram preocupações de grandes filósofos e de grandes pesquisadores da natureza.

Desde Galileu (séc. XVII) o Tempo reclama seu *status* de grandeza física para se inserir no contexto científico. Com Newton (1687, na Principia) assume um caráter absoluto e de universalidade. Somente com Albert Einstein (1905) se configura como uma grandeza relativa à observação feita em cada referencial. Para formulação da teoria da Relatividade Restrita, Einstein tomou por base justamente as propriedades de propagação da luz em diferentes referenciais. O Tempo passa a ter a conotação de uma grandeza relativa e não mais absoluta e universal.

Neste trabalho apresentamos uma breve evolução filosófica do conceito de Tempo no conhecimento humano (S. Agostinho e Kant), o Tempo na Física Newtoniana. Estudando as propriedades de propagação da luz (efeito Doppler da luz), introduzimos os efeitos da mudança de referenciais sobre esta propagação. A permanência da velocidade de propagação para qualquer observador é o elemento de conexão com a teoria da Relatividade Restrita. Ainda utilizando o efeito Doppler sobre a Luz, discutimos brevemente a ação da gravidade sobre sua propagação, uma das consequências da Teoria Geral da Relatividade de Einstein em sua reformulação da gravitação Newtoniana.

## CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

No Laboratório de Superfícies e Nanoestruturas do CBPF foi projetado e montado um sistema para deposição de filmes finos através da técnica de *magnetron sputtering*. Como parte do trabalho de validação e caracterização do sistema desenvolvido, foram produzidos diversos filmes com diversos materiais. Neste contexto, foram realizadas medidas de difração de raios-x em amostras de filmes finos de cobre crescido em substrato de silício, com o objetivo de identificar as fases cristalinas formadas nos filmes. A identificação pôde ser realizada a partir da comparação dos valores medidos com os valores do padrão de difração de raios-x do cobre disponível na literatura, e a expectativa é que haja a formação de somente uma fase, que é a cúbica de face centrada, conhecida como FCC.

Paralelamente, um grupo de trabalho formado por alunos de mestrado do CBPF e da UERJ está crescendo filmes de nitreto de titânio (TiN) em aço, com o objetivo de estudar o aumento da resistência à abrasão de ferramentas de solda por fricção. Foi necessária a confecção de uma peça para o suporte das amostras de aço. A peça foi medida, projetada e fabricada no CBPF. Foram feitas diversas amostras, sendo que algumas ficaram amarelas, conforme o esperado, e outras azuis. Realizamos medidas de difração de raios-x em duas amostras que tiveram um processo de deposição similar, com o objetivo de identificar se a variação na coloração poderia ser devido à formação de diferentes fases cristalinas do TiN.

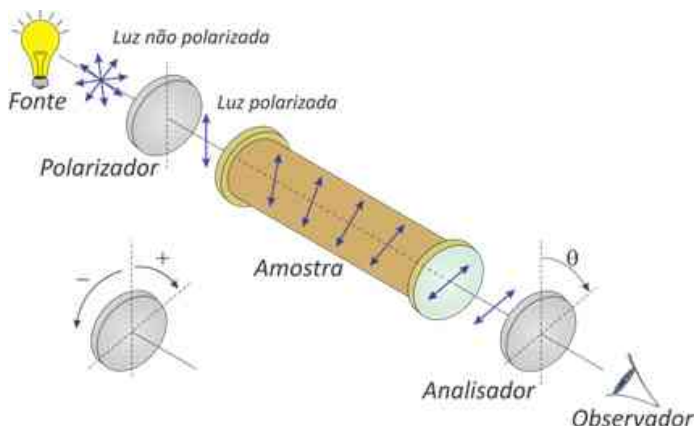
**ESTUDO DO TABACO DO CIGARRO POR ESPECTROSCOPIA DE ENERGIA  
DISPERSIVA DE RAIOS-X NO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA**

Os males causados pelo cigarro já são bem conhecidos no mundo juntamente com as substâncias tóxicas nele presentes (principalmente a nicotina); porém, pouco se sabe sobre a existência de nanopartículas metálicas misturadas ao tabaco, conforme mostrado em um artigo recentemente publicado [1]. Nanopartículas estão presentes em diversos produtos como cosméticos, alimentos, tintas e medicamentos, e os efeitos na saúde a longo prazo ainda são desconhecidos [2]. No presente trabalho, a amostra foi preparada através de um corte feito em um cigarro genérico, e dispendo as substâncias do cigarro em um pedaço de papel. Em seguida, as partículas do cigarro foram coladas sobre uma fita de carbono dupla-face e colocadas em um STUB de alumínio, para serem analisadas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Tescan/Lyra 3 do LABNANO/CBPF. As partículas do cigarro foram visualizadas no MEV com um detector de elétrons secundários (Everhart-Thornley). A voltagem de aceleração do feixe utilizada para imagens e detecção de raios-x foi de 15 kV. Os distintos níveis de energia dos elétrons presentes nos átomos determinam a energia do raio-x gerado. Portanto, a energia do raio-x capturado pelo detector é característica do elemento que gerou o raio-x. Os espectros de raio-x adquiridos em diferentes regiões da amostra revelaram os seguintes elementos: Mg, Al, Si, Cl, K e Ca. Nenhuma partícula metálica foi identificada.

1. Schmiedebergs N., Pharmacol A. **HHS Public Access**. 2017; 39:1-23.
2. Kendall M., Lynch I. Long-term monitoring for nano-medicine implants and drugs. **Nat Publ Gr** [On line]. Nature Publishing Group; 2016;11:206-210.

## **MONTAGEM DE UM SISTEMA OPTOELETRÔNICO PARA MEDIDA DA ROTAÇÃO DO PLANO DE POLARIZAÇÃO DA LUZ**

Este trabalho apresenta detalhes de um sistema optoeletrônico para medida de rotação do plano de polarização da luz (ver figura). Para isso, são necessários dois polarizadores, uma fonte luminosa preferencialmente monocromática, além da amostra que deve ser posicionada entre os polarizadores.



O primeiro polarizador converte a luz de entrada em luz linearmente polarizada, enquanto o segundo, chamado de analisador, determina o ângulo de rotação do plano de polarização do feixe de luz depois de passar pela amostra. Um porta-amostra foi projetado utilizando uma lente de quartzo acoplada em uma tampa e conectada a um tubo de PVC. Este arranjo possibilita determinar a concentração de substâncias opticamente ativas em solução aquosa.

**ALUNA: VITÓRIA SILVA ARAÚJO DO NASCIMENTO – ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL  
VISCONDE DE MAUÁ  
ORIENTADORAS: VANESSA PACHECO DE FREITAS E ANA BÁRBARA  
RODRIGUES CAVALCANTE**

## **ALÉM DO ARCO-ÍRIS**

O arco-íris é um dos fenômenos mais incríveis e belos da natureza. Esse projeto tem por objetivos: 1) entender como ocorre sua formação; 2) aprender sobre reflexão e refração da luz; 3) simular computacionalmente esse efeito utilizando a linguagem de programação Python; 4) obter o arco-íris através de um experimento simples.

A luz solar sofre refração ao passar pelas gotas de água, seguida de uma reflexão e uma nova refração até atingir nossos olhos. Nesse processo, a luz branca é separada em suas componentes de diferentes comprimentos de onda, possibilitando a observação do arco primário do arco-íris. Quando há uma segunda reflexão da luz dentro da gota d'água, um arco secundário também pode ser observado. Para simularmos esse efeito, consideramos que o Sol está no horizonte e que a luz adentra apenas uma gota d'água com formato esférico. Calculamos o desvio que a luz sofre com relação ao índice de refração para cada comprimento de onda e como resultado, obtivemos uma representação do arco-íris com ambos os arcos primário e secundário. Por completeza, fizemos um experimento para obter o arco-íris utilizando apenas uma lanterna, um recipiente com água e dois espelhos.



**ALUNA: LAURA STOLZE LIMA PORTUGAL – COLÉGIO SÃO VICENTE DE PAULO**  
**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO CEDEÑO MONTANA**

**FUNDAMENTOS DE MECÂNICA NEWTONIANA, PROBLEMA DE FORÇA  
CENTRAL E BASES DA RELATIVIDADE ESPECIAL**

São apresentados os fundamentos da Mecânica Newtoniana, sua aplicação na formulação e solução numérica do problema de força central e as bases fundamentais da relatividade especial. Consideram-se as transformações entre observadores inerciais no caso em que são atingidas velocidades próximas da velocidade da luz (Transformações de Lorentz). Além disso, deduzem-se as componentes da velocidade e da aceleração de uma partícula, quando mensuradas desde sistemas inerciais relativísticos.