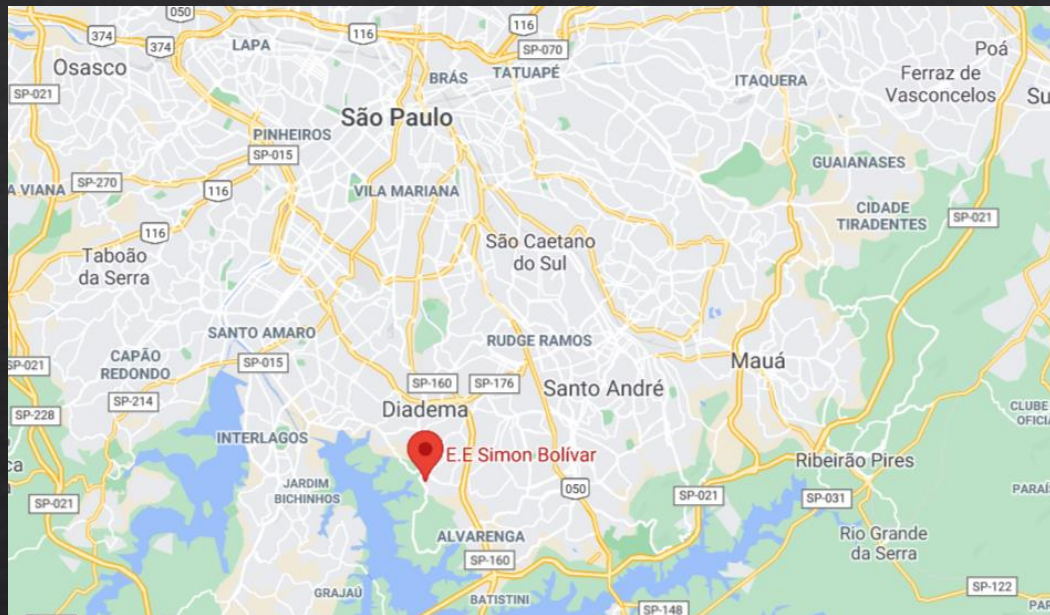


Oitavo update  
Grupo de ensino

# Primeira Intervenção – E.E. Simon Bolivar (SP)



Diadema, SP – Bairro Eldorado.

Turma A (Quinta e Sexta, das 13:00 às 14:00)  
Início 18/11; Fim 10/12 ~10 estudantes

Turma B (Segunda e Terça, das 13:00 às 14:00)  
Início dia 22/11; Fim 14/12 ~13 estudantes





# Espaço



# Um pouco do que aconteceu

Meu Drive > ... > Grupo de Ensino - Intervenção/TLS > Aplicações piloto (AP) (nov/dez 2021) ▾ 👤

Nome ↓	Proprietário	Última modificação	Tamanho do arquivo
 Aula 4 e 5	eu	15 de nov. de 2021 eu	—
 Aula 2 e 3	eu	15 de nov. de 2021 eu	—
 Aula 1	eu	15 de nov. de 2021 eu	—
 AP - Material do Professor - Todas as aulas, completo..pdf 👤	eu	15 de nov. de 2021 eu	1,6 MB
 AP - Documento de apresentação..pdf 👤	eu	15 de nov. de 2021 eu	235 KB

## Plano de Aulas

<b>Aula 1</b>	Introdução à física de altas energias
<b>Aula 2 e 3</b>	O início da pesquisa em raios cósmicos
<b>Aula 4 e 5</b>	A tecnologia da detecção
<b>Aula 6 e 7</b>	Explorando histogramas com o Jupyter



# Dentro desse material

## Aula 1

## Introdução à física de altas energias

### APRESENTAÇÃO

Principalmente a partir da década de 90, diversas pesquisas em ensino de física passaram a defender a realidade dos estudantes como ponto de partida para a relação de ensino-aprendizagem, sendo que essa conclusão aparece em diversos documentos curriculares e permanece no atual currículo paulista. Com esse contexto, nesta aula os estudantes devem conhecer os raios cósmicos a partir de seus impactos na realidade concreta, tomando como ponto de partida uma notícia eletrônica que aborda problemas de saúde. A partir disso, levanta-se uma série de questões, cujo foco atual será responder à questão de quem elaborou esse conhecimento. Na próxima aula os alunos aprendem sobre o início da pesquisa em raios cósmicos, explorando duas das outras questões levantadas. Estudando o descarregamento de um eletroscópio e a partir de critérios da comunidade científica, os estudantes deverão chegar à conclusão de que os raios cósmicos são extraterrestres e não provenientes Terra.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Engajar com o curso que está por vir, conhecendo a dimensão investigativa desse tema (suas instituições de pesquisa e formas de pesquisar), bem como reconhecer questões pertinentes à essa forma de produzir conhecimento: Como investigar o mundo invisível?
- Conhecer problemas que o conhecimento obtido pode ajudar a responder: Do que são feitas todas as coisas?

### PERCURSO

Momento 1	Ler uma notícia de jornal publicada eletronicamente sobre a relação entre raios cósmicos e a saúde ( <a href="https://exame.com/ciencia/risco-de-radiacao-espacial-aumenta-para-passageiros-de-aviao/">https://exame.com/ciencia/risco-de-radiacao-espacial-aumenta-para-passageiros-de-aviao/</a> ) A partir da notícia, levanta diversas questões pertinentes, buscando deixar os alunos curiosos. Dentre elas as questões: Qual é o perigo mencionado e quem são as pessoas que pesquisam e produzem esses conhecimentos?
Momento 2	Buscando responder essas perguntas, apontar que o perigo está associado às partículas e apresentar a forma teórica e experimental de investiga-las. Aprofundando na experimental, apresentar as “duas formas principais” de estudar partículas experimentalmente (Raios Cósmicos e Aceleradores), para que os alunos tenham uma visão geral das instituições contemporâneas que realizam esse tipo de pesquisa.
Momento 3	Explicitar as distinções e as semelhanças sobre essas duas formas de pesquisar. A primeira, é uma forma mais “natural”, onde as partículas vêm do céu e é necessário criar instrumentos para interagir com essas partículas, conhecidos como “detectores”. A segunda, mais “artificial”, em que se retira essas partículas de alguma fonte, acelera elas e então “esmaga” para ver o que “tem dentro”, também utilizando detectores.
Momento 4	Fechar a aula fazendo uma breve retomada do que foi visto e apontar que na próxima aula irão estudar os problemas: como é possível saber que essas partículas estão vindo do céu e não de algum outro lugar e como observar o invisível?

A segunda forma, seria trabalhar privilegiando a experimentação, utilizando os dados concretos, analisando seu comportamento, fazendo inferências sobre o objeto estudado, pensando em como obter esses dados, projetando e construindo os instrumentos de pesquisa, tal como fez o Físico brasileiro Cesare Lattes (figura 2).



Figura 2 – Físico Cesare M. G. Lattes (1924 - 2005). Teve participação importante na descoberta do méson-pi.

Neste momento, vamos focar nessa segunda forma de investigar as partículas, que chamaremos de **experimental**.

Dentro da investigação experimental, também há duas grandes formas de investigar. A primeira, tem como base a seguinte ideia: primeiro, tentamos separar as menores parcelas de um dado material – como por exemplo, os prótons que estão no núcleo atômico. Separando duas dessas menores parcelas, nós tentamos acelerar elas para deixá-las muito rápidas, e então tentamos colidir as duas para investigar “o que tem dentro”, como ilustrado na figura 3. Para ganhar essa grande velocidade, elas precisam percorrer um grande trajeto para dar tempo de acelerá-las, como ilustrado na figura 4. Essa é a forma de proceder que acontece nos grandes laboratórios com aceleradores de partículas, como o laboratório brasileiro na figura 5.



Figura 3 – Ilustração de duas partículas indo de encontro, colidindo em alta velocidade.

Figura 4 – O Grande Colisor de Hádrons (LHC, sigla em inglês), do CERN, localizado na Suíça.

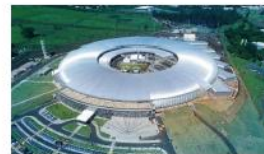


Figura 5 – Acelerador de Partículas Sirius, construído em Campinas, São Paulo.

2 versões:

1 para o professor  
1 para o estudante.

# Aula 1 – Introdução a física de altas energias

## Introdução à física de altas energias

Leia a notícia abaixo, publicada em 2017:<sup>1</sup>

### Risco de radiação espacial aumenta para passageiros de avião

Uma pesquisa revela que a exposição à radiação espacial, quase inevitável em viagens que sobrevoam os polos, equivale a um exame de raios X do tórax.

Por ETC  
Publicado em 16/03/2017 às 14:02  
O tempo de leitura: 3 min



Viagens de avião em alta latitude podem levar à exposição à radiação espacial, produzindo radicais livres que podem alterar o funcionamento das células e aumentar o risco do desenvolvimento de câncer. (Erika Zanetti, Lowfliers)

Denver - Os passageiros de avião, especialmente os que viajam com frequência e realizam viagens longas, enfrentam um risco cada vez maior de ficarem expostos à radiação de partículas do espaço, e esse perigo aumentará nos próximos anos, segundo um estudo divulgado nesta quarta-feira.

Uma pesquisa da Universidade do Colorado em Boulder, nos Estados Unidos, revela que a exposição à radiação espacial, quase inevitável em viagens que sobrevoam os polos, equivale a um exame de raios X do tórax.

A autora do estudo, Delores Knipp, indica que, para além dos riscos e desconfortos próprios das viagens de avião, que vão desde apêtes tenazes até ao retardado à força da aeronave, os passageiros agora deverão se preocupar com a radiação proveniente do espaço, que pode levar à modificação do DNA, produzir radicais químicos que podem alterar o funcionamento das células e aumentar o risco do desenvolvimento de câncer.

Durante a próxima década, para a qual está prevista uma diminuição da atividade solar, o problema aumentará e, por isso, mais partículas do espaço chegarão à Terra sem serem desviadas pelo sol ou pelo vento solar, de acordo com o estudo.

Os pilotos de companhias aéreas americanas estão suficientemente preocupados para assistirem a conferências (sobre o clima espacial), porque conhecem as pesquisas mais recentes sobre radiação em aviação", afirmou Knipp em seu estudo.

<sup>1</sup> Acesso no site: <https://exame.com/ciencia/risco-de-radiacao-espacial-aumenta-para-passageiros-de-aviao/>

4

A segunda forma, seria trabalhar privilegiando a experimentação, utilizando os dados concretos, analisando seu comportamento, fazendo inferências sobre o objeto estudado, pensando em como obter esses dados, projetando e construindo os instrumentos de pesquisa, tal como fez o Físico brasileiro Cesare Lattes (figura 2).



Figura 2 – Físico Cesare M. G. Lattes (1924 - 2005). Teve participação importante na descoberta do méson-pi.

Neste momento, vamos focar nessa segunda forma de investigar as partículas, que chamaremos de experimental.

Dentro da investigação experimental, também há duas grandes formas de investigar. A primeira, tem como base a seguinte ideia: primeiro, tentamos separar as menores parcelas de um dado material – como por exemplo, os prótons que estão no núcleo atômico. Separando duas dessas menores parcelas, nós tentamos acelerar elas para deixá-las muito rápidas, e então tentamos colidir as duas para investigar “o que tem dentro”, como ilustrado na figura 3. Para ganhar essa grande velocidade, elas precisam percorrer um grande trajeto para dar tempo de acelerá-las, como ilustrado na figura 4. Essa é a forma de proceder que acontece nos grandes laboratórios com aceleradores de partículas, como o laboratório brasileiro na figura 5.



Figura 3 – Ilustração de duas partículas indo de encontro, colidindo em alta velocidade.

Figura 4 – O Grande Colisor de Hádrons (LHC, sigla em inglês), do CERN, localizado na Suíça.

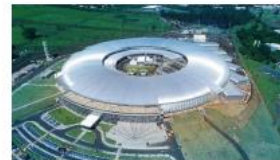


Figura 5 – Acelerador de Partículas Sirius, construído em Campinas, São Paulo.

7



# Aula 2 e 3 – Início da pesquisa em raios cósmicos

## Carga Elétrica

O Elétron e o Próton possuem uma propriedade chamada carga elétrica. Isso significa que é algo que eles possuem, é uma característica. Nós sabemos que eles possuem essa característica devido ao seu comportamento. Em síntese, todos que possuem carga elétrica podem interagir entre si. E essa interação é de se aproximar um do outro ou de se afastar. Qual será o comportamento depende de qual é a carga elétrica, que podem ser duas: carga positiva e carga negativa. A ideia geral é que cargas iguais se afastam, enquanto eu cargas diferentes se atraem.

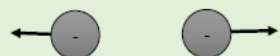


Figura 2 – Dois elétrons, por terem cargas iguais (negativas), se repelem.

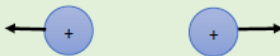


Figura 3 – Dois prótons, por terem cargas iguais (positivas), se repelem.

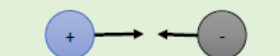


Figura 4 – Um próton e um elétron, por terem cargas diferentes, se atraem.

O Instrumento que iremos estudar se chama Eletroscópio. O fenômeno que ele descreve é um tanto simples e está ilustrado na figura 5: existem duas folhas de metal, uma próxima da outra, de tal forma que quando elas possuem cargas iguais elas se afastam, formando uma espécie de um cone.



(a) (b)

Um Eletroscópio real é composto basicamente por 5 componentes, conforme mostrado na figura 6:

Figura 5 – Na situação (a), as duas folhas de ouro estão descarregadas. Na situação (b) as duas folhas de ouro estão carregadas com carga negativa e, portanto, se afastam.

Tampa superior

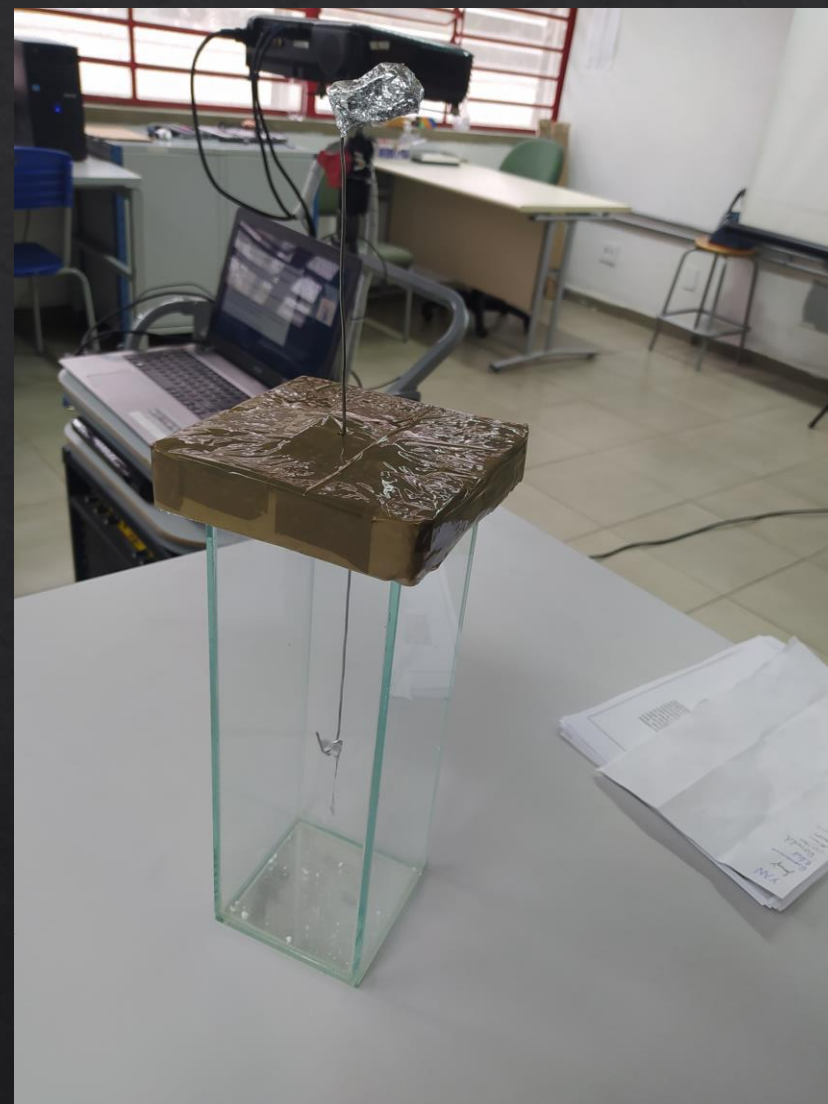
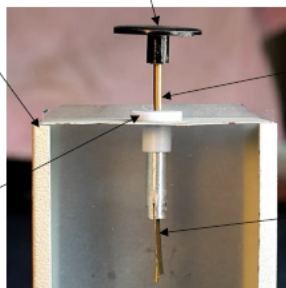
Envoltório

Haste de Latão

Isolante

Folhas de ouro

Figura 6 – Eletroscópio de Folhas de ouro com as folhas juntas (print do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=CUXnL-kMZeM>)



#### 6 - Domenico Pacini se aventurando pelo mar



Domenico Pacini realizou diferentes experimentos em montanhas, mar e lagos. Em seus experimentos no mar, sua inovação foi realizar duas medições diferentes. Colocando o eletroímetro numa caixa de cobre, mediu o descarregamento na superfície do barco e depois imergiu esse equipamento há 3 metros de profundidade do mar, para medir o descarregamento. Seus resultados apontaram que dentro do mar, perdia-se cerca de 20% do descarregamento.

Supondo que a radiação vem de cima, este era justamente o valor da previsão das equações de absorção dos raios ionizantes pela água do mar.



*"[Parece] a partir dos resultados do trabalho descrito nesta Nota que existe uma causa considerável de ionização na atmosfera, proveniente da radiação penetrante, independente da ação direta de substâncias radioativas no solo."* (PACINI 1912 apud GIGLIETTO, p.6, 2011)

#### 7 - Voando com Balões



Viktor Franz Hess fez um ótimo uso de uma forma de experimentação já conhecida: utilizando balões. O objetivo dele era analisar como um eletroímetro descarregava conforme o balão fosse subindo.

*"(i) Imediatamente acima do solo, a radiação total diminui um pouco. (ii) Em altitudes de 1000 a 2000 m, ocorre novamente um crescimento notável de radiação penetrante. (iii) O aumento atinge, em altitudes de 3.000 a 4.000 m, já 50% da radiação total observada no solo. (iv) Em 4000 a 5200 m, a radiação é mais forte [mais de 100%] do que no solo "* (HESS, 1911, apud GIGLIETTO, p.7, 2011)

Ele então concluiu que o aumento da ionização com a altura deve ser devido a uma radiação vinda de cima, e ele pensou que essa radiação era de origem extraterrestre, desconsiderando o Sol pois não notou diferença entre o dia e a noite para este experimento.





~14:52

nomes: Nicolly Falcão  
Mirella Batain

### Raios Cósmicos são extraterrestres

O anexo 4 - Eletroscópios descarregam, está se referindo aos Raios cósmicos são extraterrestres

↳ No anexo fala que Charles notou que eletroscópio descarregava indefinidamente e velocidades muito variáveis. "pode ser de origem extraterrestre."

O anexo 6 - Domenico Pacini se aventurando pelo Mar

↳ "Supondo que a radiação vem de cima, este era justamente o valor das previsões das equações das equações de observação dos raios ionizantes pela água do mar."

O anexo 7 - Viagem com Balão

Victor Freny fez um volume esse de forma de experimentação, se verificou dele era analisar como um eletroscópio descarregava conforme o balão fosse subindo, concluiu que o aumento da ionização com a altura dele era devido a uma radiação vinda de cima, e ele pensou que essa radiação era de origem extraterrestre

Nomes: Mirella Batain 2ªA  
Nicolly Falcão

### Raios Cósmicos são provenientes da Terra

O anexo 2 - Será que a radiação está vindo do envoltório?

↳ Para evitar que a radiação fosse emitida pelo envoltório do equipamento, colocaram escudos de metais livres de impurezas radioativas, em volta do contêiner do eletroscópio.

- A radiação foi significativamente reduzida, mas ainda existia.

O anexo 3 - Materiais emitem radiação

↳ Marie C. e Pierre C. descobriram outros materiais também emitem radiação.

- "Sólidos que encontramos na terra emitem radiações."

O anexo 4 - Será que a radiação vem do Sol?

↳ O SOL emite radiação (Luz)

- Emite raios ionizantes
- ↳ PROVENIENTES DA TERRA

O anexo 5 - Teodor Wulf

↳ Ele supôs que a radiação ionizante estava vindo da terra e era composta por raios gama, a mais penetrante conhecida até então.

Ele utilizou a torre Eiffel, que possui pouco mais que 300 metros de altura.

### Dissertação final - Qual modelo é o melhor modelo?

Eu e minha dupla entendemos em um conceito de que o melhor modelo, foi o anexo 5

dois Wulf na torre Eiffel pois que a radiação ionizante vinda da terra e era composta gama, a mais penetrante a este então. Para isso ele a torre Eiffel, que possui pouco e 300 metros de altura.

# Aula 4 e 5 – A tecnologia da detecção

## A tecnologia da detecção

Anteriormente nós concluímos que os raios cósmicos são partículas que tem origem extraterrestre e que seus efeitos podem ser verificados aqui na superfície da Terra, muito embora os próprios raios cósmicos sejam invisíveis à olho nu. No caso, nós vimos dois efeitos. O primeiro, foi exposto pela notícia de jornal, associado aos efeitos na saúde dos pilotos de avião. O segundo, sendo um retorno mais histórico, associado ao descarregamento indefinido de um eletroscópio.

Mas será que nós podemos detectar de forma mais direta? Se sim, como?

## Câmara de Nuvens

Fazendo um retorno à história, entre 1920-1950 um instrumento ficou famoso: a Câmara de Nuvens.

Assista ao vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=xkv3flaSkB8>

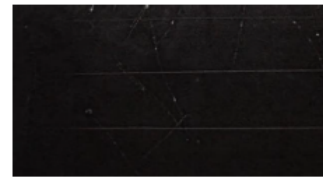
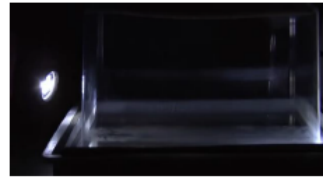


Figura 1 – Na imagem de cima, é a câmara de nuvens já montada, antes da detecção. Na imagem de baixo, há o rastro das partículas. Ambas as imagens são retiradas do vídeo.

Esse vídeo demonstra como construir uma câmara de nuvens. Em resumo, os raios cósmicos que possuem alta energia – que até agora não falamos exatamente quais partículas eles são – interagem com o meio (que pode ser álcool ou água em vapor), de forma a deixarem um “rastro” por onde passaram. Esse rastro ocorre pois quando as partículas atravessam retiram elétrons do vapor, que acaba condensando (passando do estado gasoso para o líquido) por um breve momento, se tornando visível. Diferentes partículas deixam diferentes “rastros” – o rastro depende da massa, da carga elétrica e do ângulo de incidência.

Esse é um mecanismo visual para observarmos os raios cósmicos (através de seus rastros).

Note que nós não estamos observando diretamente a partícula com os nossos olhos, mas o rastro que elas deixam. Ainda assim, parece ser uma forma mais direta de observar do que às anteriores.



# Amanhã irá ocorrer o restante da aula

## A evolução tecnológica na detecção



Figura 2 – O detector de raios cósmicos

Ao longo das próximas aulas vocês irão utilizar um detector de raios cósmicos que contém tecnologia contemporânea, bem semelhante aos detectores utilizados por cientistas atualmente.

A figura 2 é uma foto do detector. A informação de que houve a detecção de um raio cósmico é visualizada na tela de um computador. Com esse detector, diferentemente da Câmara de Nuvens, nós

não conseguimos inferir a trajetória de cada partícula. Por outro lado, nós conseguimos contar com grande precisão quantas partículas foram detectadas (além do horário, local e condições em que houve a detecção). A física é uma ciência muito dependente de dados quantitativos, portanto, esse avanço tecnológico foi de suma importância.

Mas o que efetivamente está acontecendo nessa caixa preta? Como o computador obtém a informação de que houve a detecção?

Para entendermos isso, talvez seja útil abrir para ver o que tem dentro dessa caixa preta. Mas ao fazermos isso, como na figura 2, nós percebemos que existem muitas componentes diferentes, cada uma com uma função.



Figura 3 – Os dois detectores de raios cósmicos abertos

Para podermos entender o funcionamento de cada componente, precisamos aprofundar na física envolvida.

Um primeiro ponto a ser ressaltado é que toda detecção precisa de interação! Lembre-se que uma interação acontece sempre entre duas (ou mais) coisas. Na atividade da aula anterior, nós notamos a interação dos raios cósmicos com o eletroscópio, sendo que o

**Procedimento:** Deve-se colocar a água tônica no recipiente transparente e "iluminá-la" com a luz negra - é recomendável que isso seja realizado em um ambiente com pouca iluminação para que os efeitos sejam mais visíveis. Ao irradiar a amostra de água tônica com a luz negra será possível observar que o líquido apresenta um brilho azulado!

**Atenção:** não irradie a luz negra diretamente aos olhos, pois pode machuca-los.

O que temos aqui é, então, uma representação visual do que discutimos logo acima, a fonte de energia, provida da luz UV, ao incidir sobre a água tônica interage com as moléculas de quinina (responsável pelo sabor amargo da água tônica e também pela fluorescência), onde essas absorvem essa energia. Pouco tempo depois, essas moléculas emitem fótons com energia na faixa do visível e então somos capazes de ver, nesse caso, uma luz azulada. Quando adicionamos algumas gotas, com o auxílio de um conta gotas, de água sanitária ao recipiente com água tônica podemos verificar uma diminuição na intensidade da luz emitida, como não houve mudanças quanto a radiação incidida (continua sendo UV) presume-se que algo aconteceu com o material fluorescente. A água sanitária, quando adicionada a tônica, "retira a propriedade" da tônica interagir com a luz negra como acontecia anteriormente, de forma que o fenômeno de fluorescência deixa de acontecer.

## Imagens da realização do experimento



(A) Recipiente com água tônica em um ambiente escuro



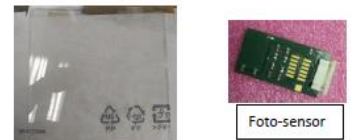
(B) Recipiente com água tônica sendo irradiado pela luz negra. Notamos o fenômeno de fluorescência



(C) Recipiente com água tônica sendo iluminado lateralmente pela luz negra momentos antes da inserção da água sanitária.



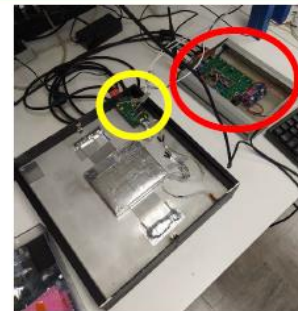
(D) Momentos após a inserção de quantidade suficiente de água sanitária para parar o fenômeno de fluorescência.



Cintilador (A placa é transparente)

Foto-sensor

Dentro do alumínio circulado em vermelho, temos duas placas de cintiladores, uma em cima da outra, sendo que entre elas há alumínio para isolar. Na lateral das placas cintiladoras, há um foto-sensor. Quando o múon passa pelos dois cintiladores, há a produção de luz em cada um deles, onde essa luz vai para o foto-sensor. Nesse foto-sensor, a luz é transformada em sinal elétrico.



Após a luz do cintilador ser transformada em sinal elétrico pelo foto-sensor, esse sinal elétrico passa por um circuito eletrônico, primeiro no front-end (no círculo amarelo) e depois no back-end (no círculo vermelho).

No back-end (círculo vermelho), temos um GPS (círculo azul na imagem ao lado, na componente que está com a luz azul), igual ao que tem nos celulares, para podermos saber a localização em que a detecção aconteceu.

Via Wi-fi, transmite-se as informações de detecção, que são organizadas e traduzidas pelos computadores.



# Aulas 6 e 7 – Explorando Histogramas com o Jupyter

- ◆ Também está para ocorrer – Tenho trocado e-mails com o Rodrigo e ele já adicionou os estudantes ao Jupyter

## **Além disso, estamos coletando diversos dados**

- Questionário inicial e final para os estudantes
- Questionário após as aulas para o professor
  - Aulas gravadas
- Penso em talvez fazer pequenas entrevistas com alguns estudantes e com o professor.



Obrigado pela atenção

João Pedro Ghidini

[joao.ghidini.silva@usp.br](mailto:joao.ghidini.silva@usp.br)