

Raios C3smicos nas Escolas: conversando sobre atividades experimentais e an3lise de dados

Marisilvia Donadelli - IFUSP

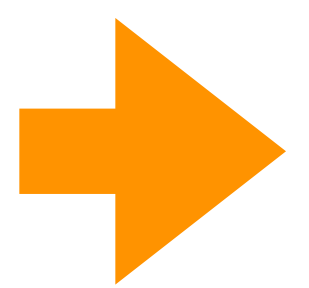
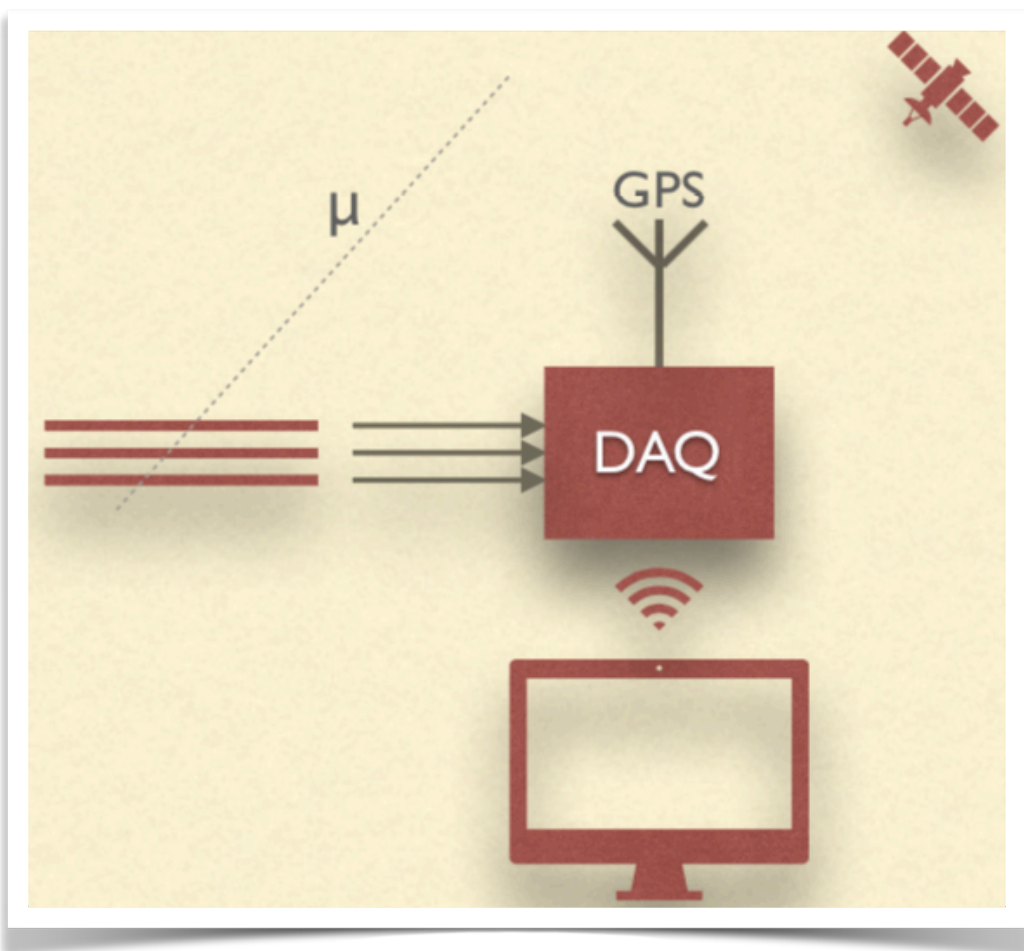
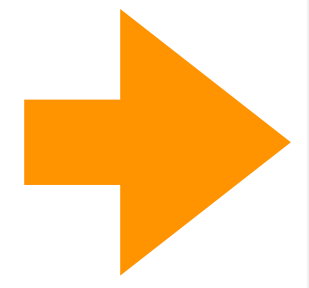
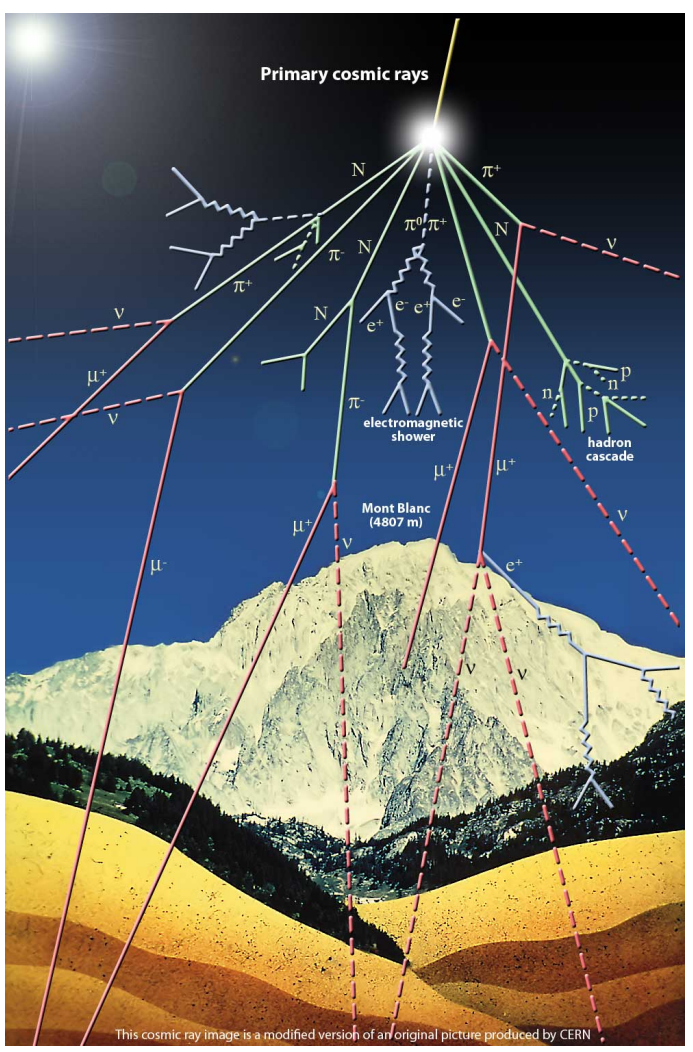
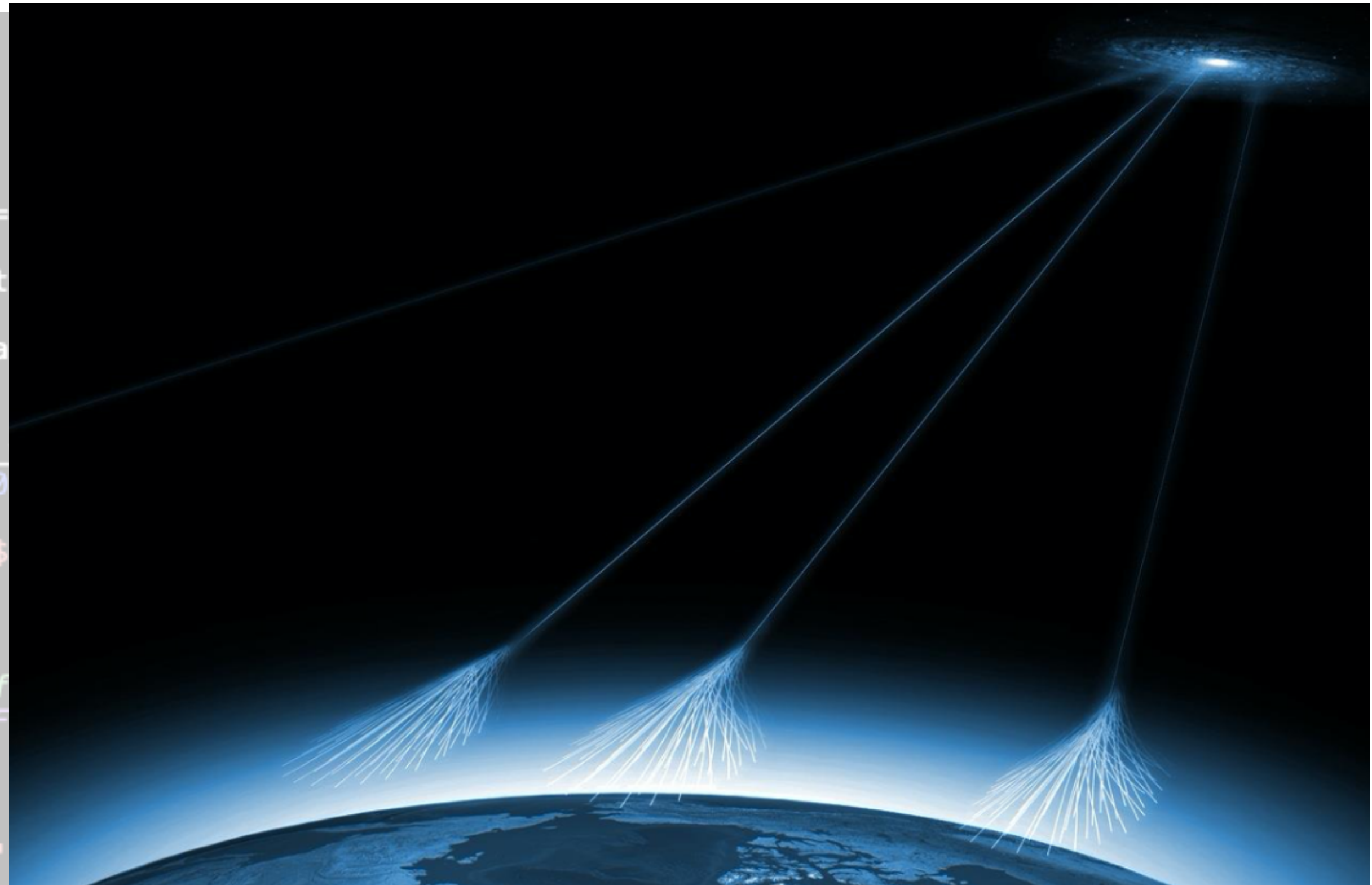
Encontro USP - Escola

Julho 2021

```

100 # *****
101 # Main plot
102 # *****
103 # *****
104 # *****
105 main_axes.errorbar(x=bin_centres, y=data_x, yerr=data_x_errors, fmt=
106 if Total_SM label:
107     if signal_format=='line':
108         main_axes.step(bins, np.insert(signal_x, 0, signal_x[0]), color=HyySa
109     elif signal_format=='hist':
110         main_axes.hist(signal_x, bins=bins, bottom=mc_x_tot, weights=signal_
111         main_axes.plot(bin_centres, out.best_fit, '-r', label='Sig+Bkg Fit ($
112         main_axes.plot(bin_centres, background, '--r', label='Bkg (4th order
113
114
115
116
117
118 main_axes.plot(bin_centres, out.best_fit, '-r', label='Sig+Bkg Fit ($
119 main_axes.xaxis.set_minor_locator(AutoMinorLocator()) # separation of
120 main_axes.tick_params(which='both', direction='in', top=True, labeltop=F
121 if len(h_x_label.split(','))>1:
122     y_units = ' '+h_x_label[h_x_label.find("(")+1:h_x_label.find(")]")
123 else: y_units = ''
124 main_axes.set_ylabel(r'Events / '+str(h_bin_width)+y_units, fontname='

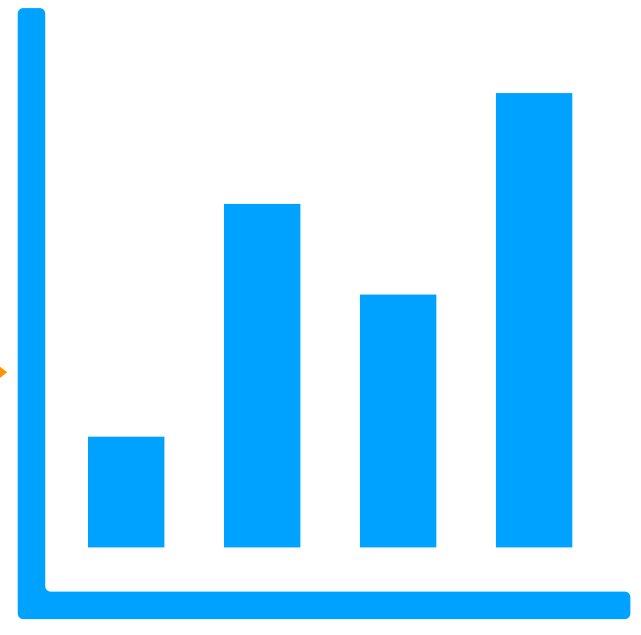
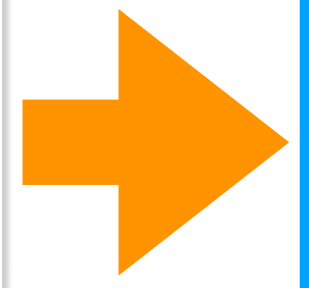
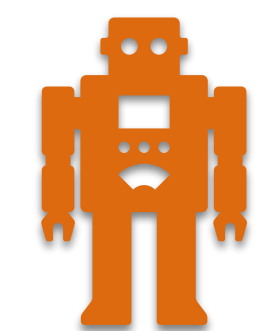
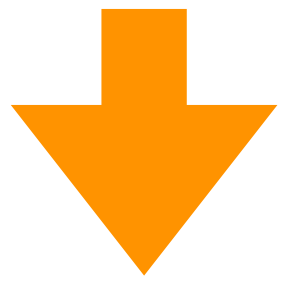
```



```

β22.2469171289946 4em
91.17066832059764 e
20.411971497551942 m
90.1651314931529 e
0.13287506753710762 e
89.11465938179312 e
146.80045786662467 4em
14.772764574057177 e
91.43186076649428 m
2.2073028705535687 e

```



Um prelúdio...



INTERNATIONAL



MASTERCLASSES

hands on particle physics





Apoio
 Malu Tippi
 Marcel Kuriyama
 Ricardo Menegasso
 Guilherme Saito
 Priscila Mendes



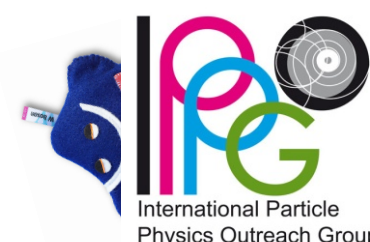
ATLAS W /Z



Coordenação

 Ivã Gurgel
 Suzana Salem
 Marco Leite
 Marisilvia Donadelli

Instituto de Física da USP



Início

Caminho do W

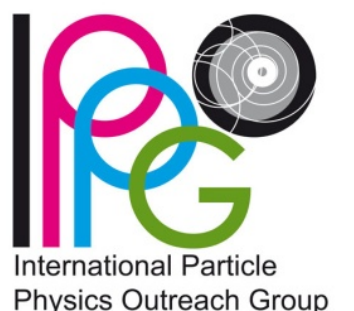
Caminho do Z



- participação nos eventos anuais (ATLAS): 2015-2020
- ~ 60 estudantes de escolas (pública e privada) em cada um dos eventos:
 - análise: bóson W
 - análise: bóson Z
- mas faltava algo...



hands on particle physics



Programação ATLAS-USP – 2020 Bóson Z

Dia	Hora	Evento	Responsável	Sala
09/03	9:00	Recepção e Abertura do Evento	Marco Leite	Auditório Adma Jafet
	9:20	Palestra: História da Física Quântica	Ivã Gurgel	Auditório Adma Jafet
	10:00	Palestra: O Experimento ATLAS	Marisilvia Donadelli	Auditório Adma Jafet
	11:00	Almoço		
	12:15	Discussão	Todos	2026 - Ala Central
	12:45	Atividade de Análise - ATLAS Z	Marisilvia/Suzana/ Marco e Equipe	2026 - Ala Central
	15:00	Café		
	15:30	Atividade de Análise - ATLAS Z	Marisilvia/Suzana/ Marco e Equipe	2026 - Ala Central
17:00	Encerramento das atividades do dia			
10/03	9hs	Discussão sobre os resultados	Marisilvia/Suzana/ Marco e Equipe	2026 - Ala Central
	10hs	Preparação para a videoconferência	Marisilvia/Suzana/ Marco e Equipe	2026 - Ala Central
	11hs	Videoconferência com CERN	Moderadores do CERN Marco Leite	2026 - Ala Central
	12h30	Encerramento do evento		



Atividades

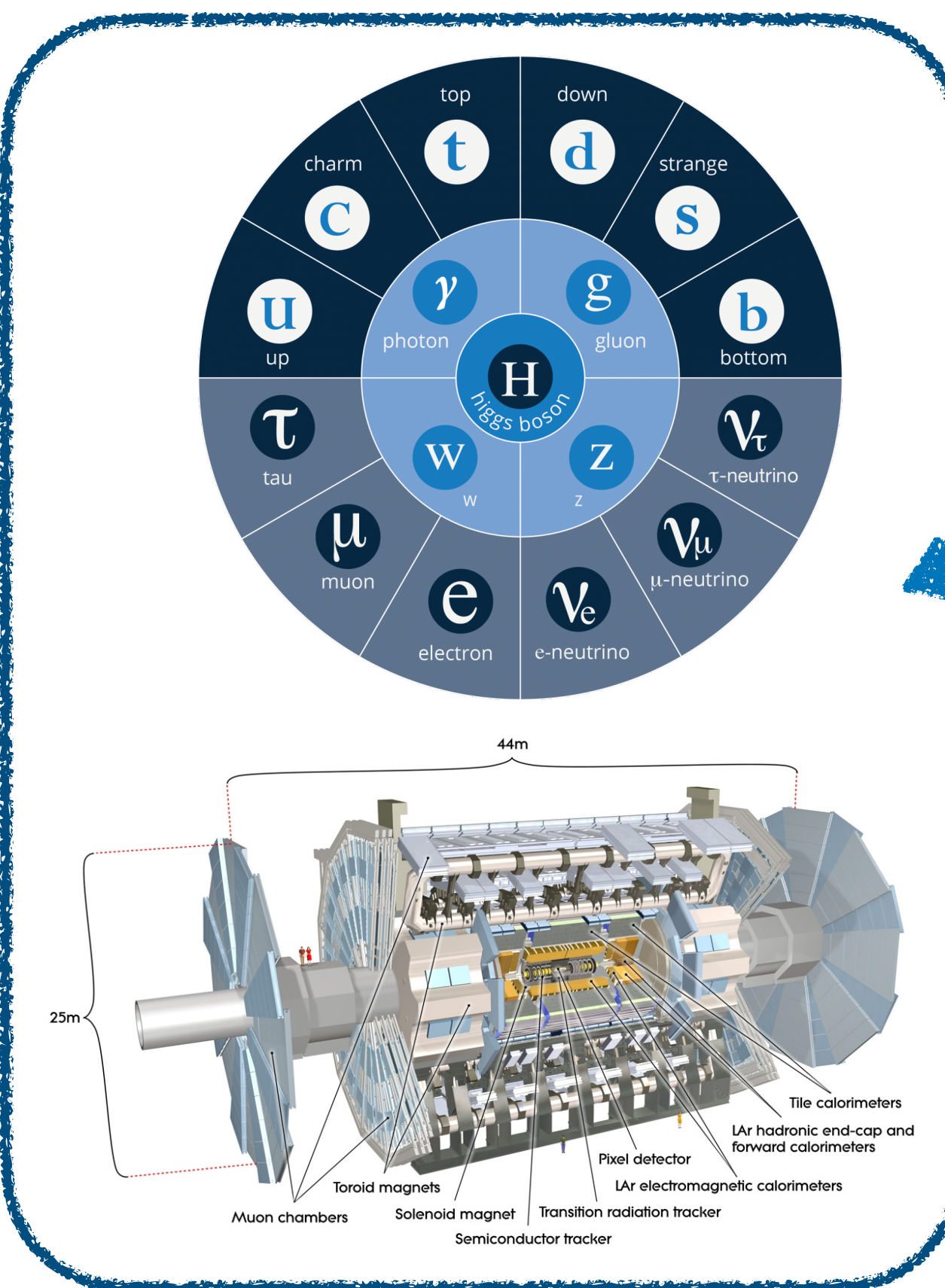
- Excelente resposta dos alunos!!!
- Palestras introdutórias manhã (dia 1):

- "História da Física Quântica"

- "O Experimento ATLAS"

- Tarde de análise da dados (dia 1)

- Manhã de apresentação dos resultados e video conferência com o CERN (dia 2)

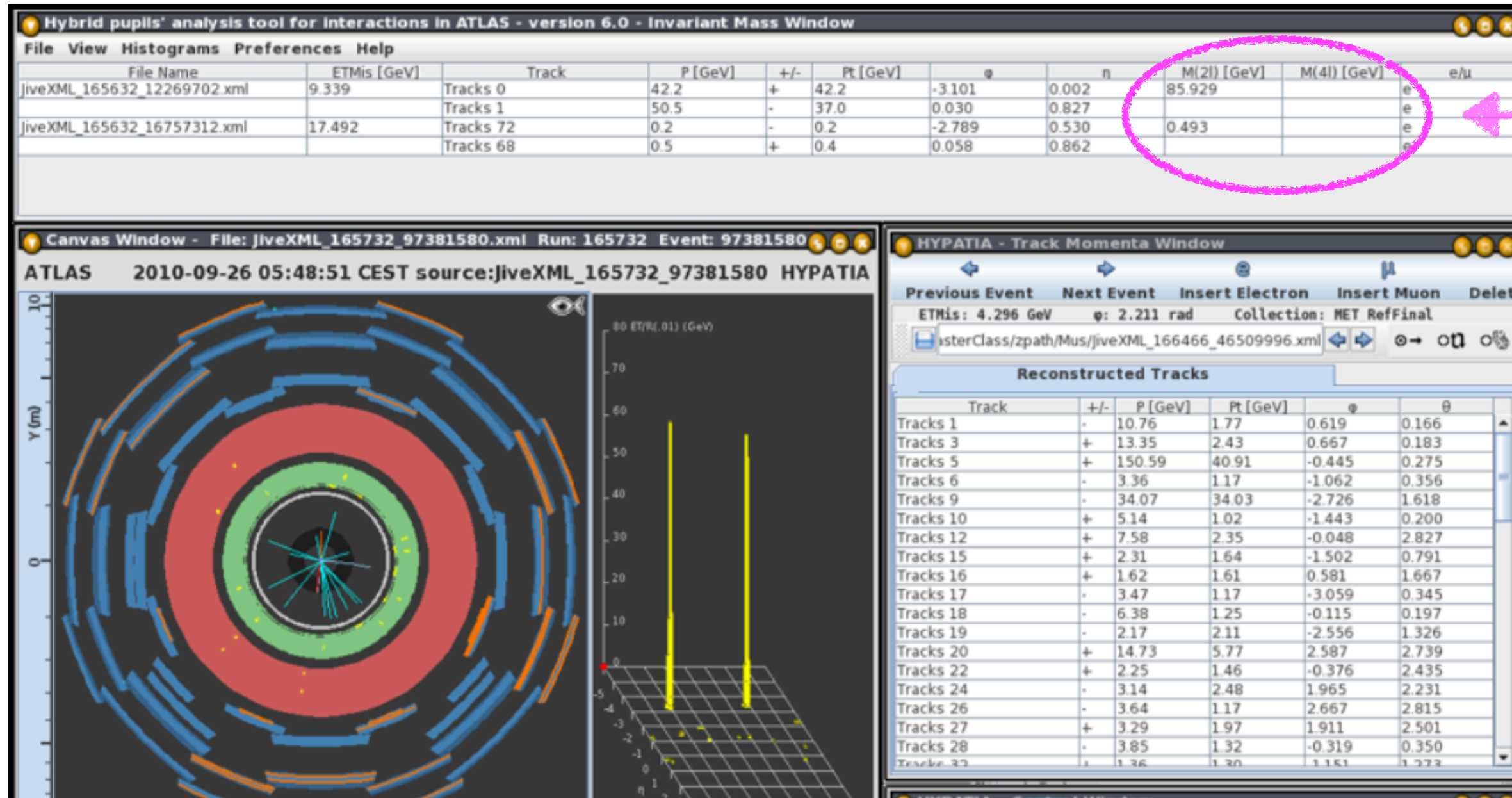


Análise, discussão e
apresentação dos resultados

Etapas da análise: bóson Z

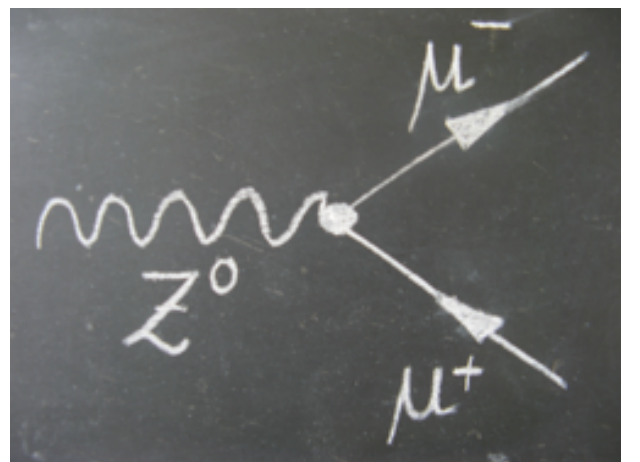
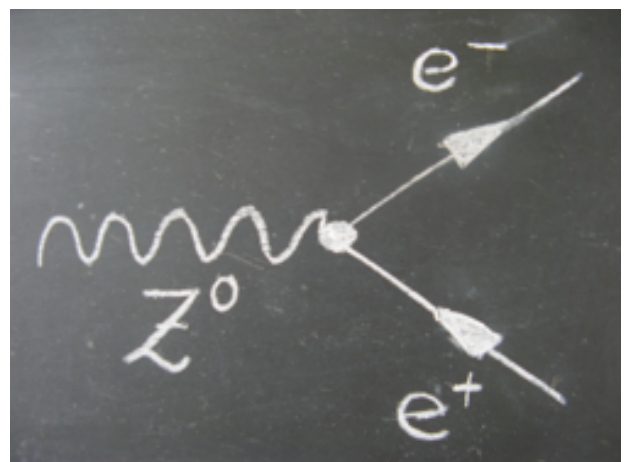
Massa invariante do Z

$$m_0^{(Z)} = \sqrt{\left(\frac{(E_{e^-} + E_{e^+})}{c^2}\right)^2 - \left(\frac{\vec{p}_{e^-} + \vec{p}_{e^+}}{c}\right)^2}$$



22.2469171289946 4em
 91.17066832059764 e
 20.411971497551942 m
 90.1651314931529 e
 0.13287506753710762 e
 89.11465938179312 e
 146.80045786662467 4em
 14.772764574057177 e
 91.43186076649428 m
 2.2073028705535687 e

dois canais

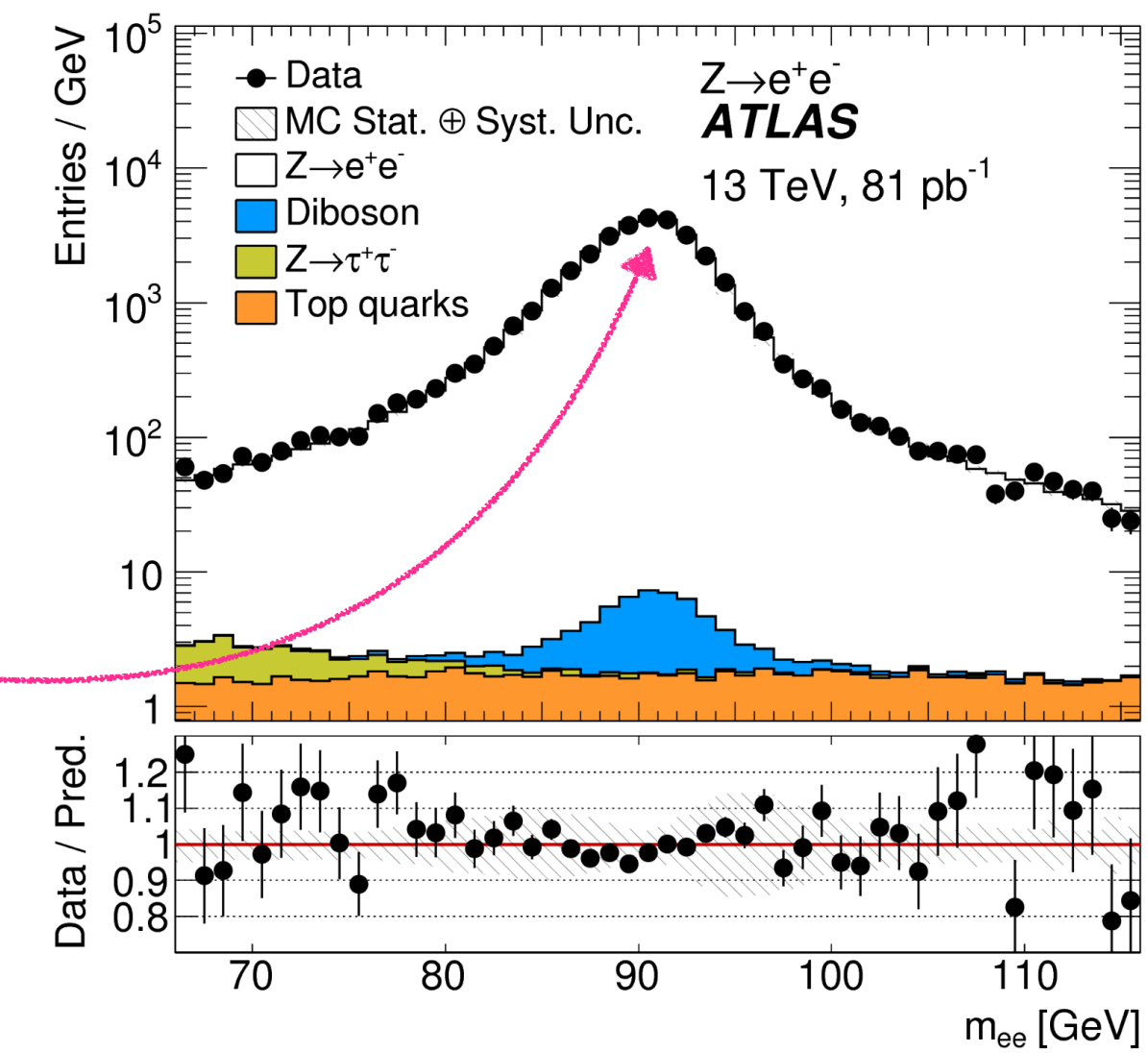


Preste atenção nesse gráfico!



INTERNATIONAL MASTERCLASSES

hands on particle physics

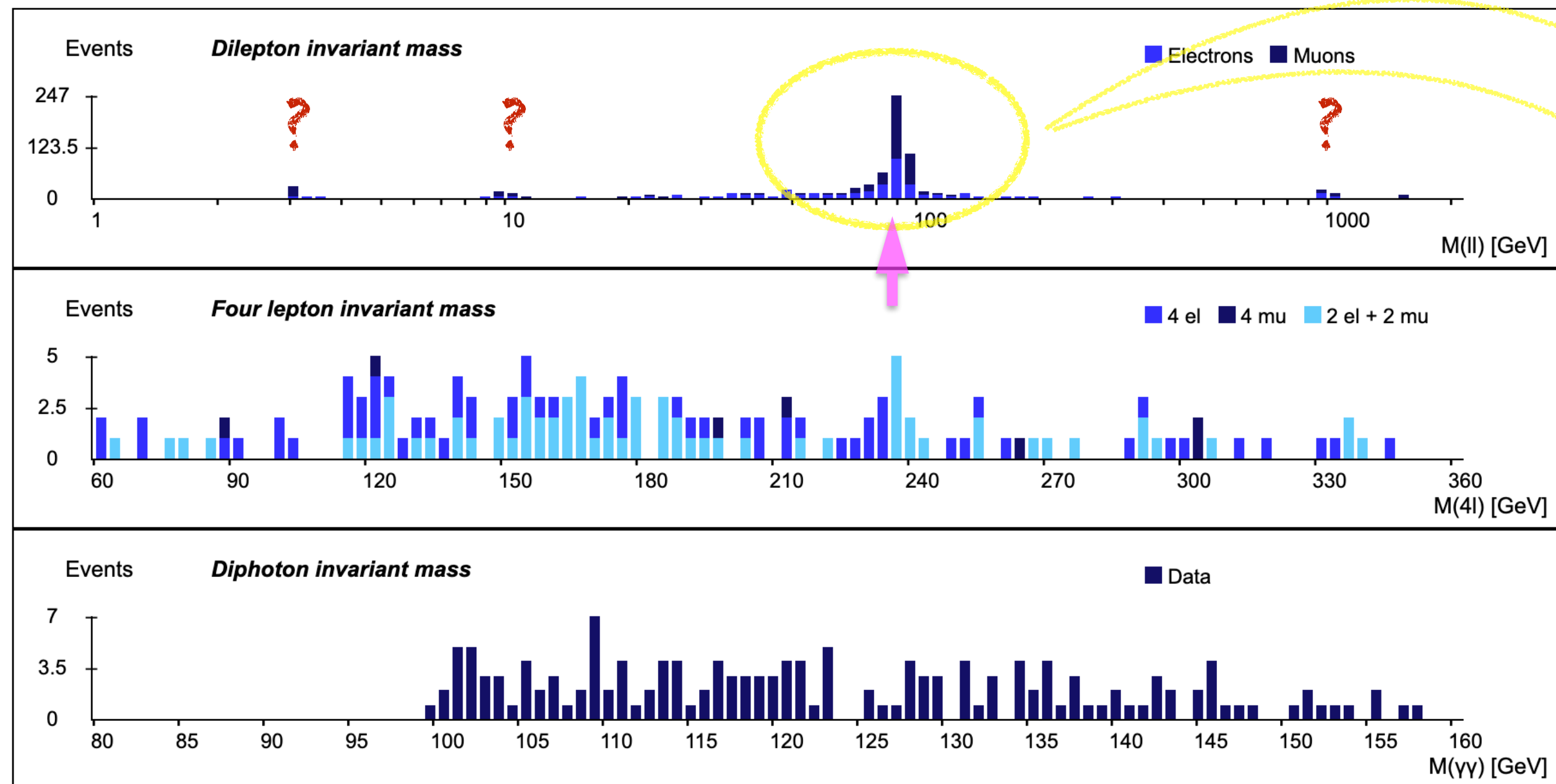


$M(LL) = 91.2 \text{ GeV}$

OPlOT – MasterClass – Combination for Sao Paulo on March 12 2019

Start Student Moderator Tutor Administrator

Monday, March 11th 2019 - 20:45:52 CET



Plot type:
ll+4l+γγ overview

Dilepton statistics

		Electrons				
Region		R1	R2	R3	R4	R5
Events		28	23	165	18	6
Mean		3.05	9.78	89.69	993.12	1,485.89
Width		0.47	1.18	4.04	30.76	35.46

		Muons				
Region		R1	R2	R3	R4	R5
Events		28	29	250	21	6
Mean		3.08	9.92	90.71	989.46	1,500.17
Width		0.18	0.73	3.77	42.71	47.76

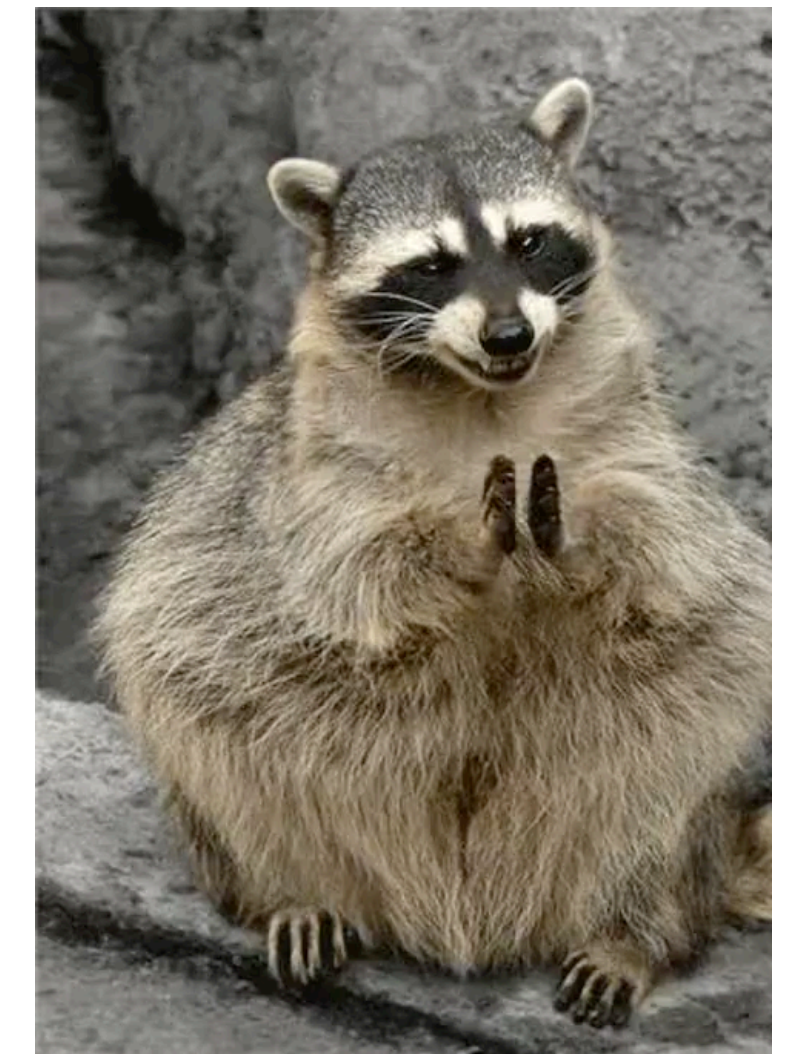
Number of events

		Student distribution Expected	
ll		1019	813
4l		183	40
γγ		158	375
Sum		1360	1228

Bins: 100

Update plot

Reset

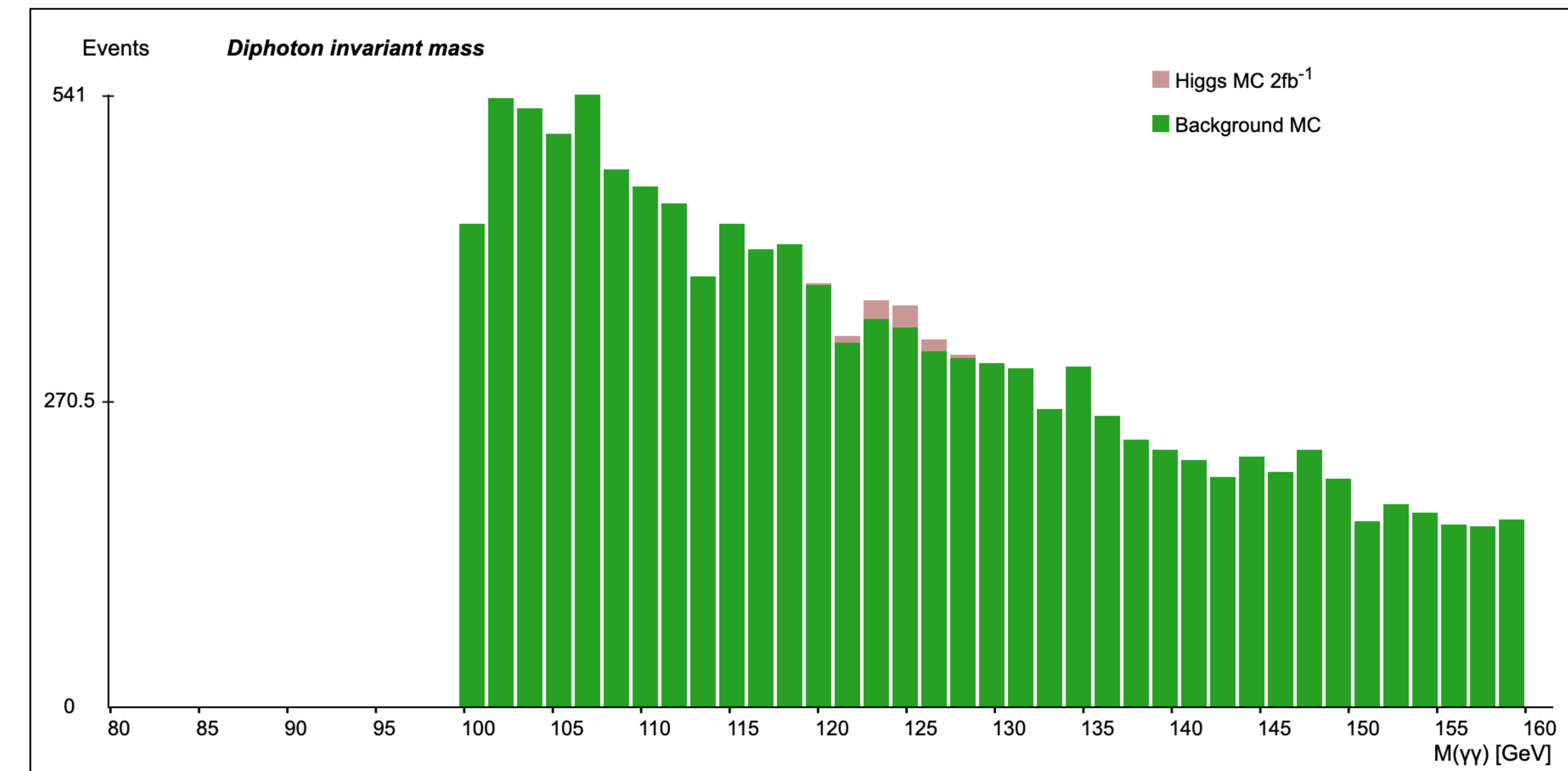


Não apenas análise do bóson Z...

OPlot – MasterClass – Combination for Sao Paulo on March 12 2019

Start Student Moderator Tutor Administrator

Monday, March 11th 2019 - 20:53:21 CET



Plot type:

VV

Signal and background (simulated data):

- No data
- 0.0676 fb⁻¹
- 2 fb⁻¹
- 10 fb⁻¹
- 25 fb⁻¹

Diphoton statistics

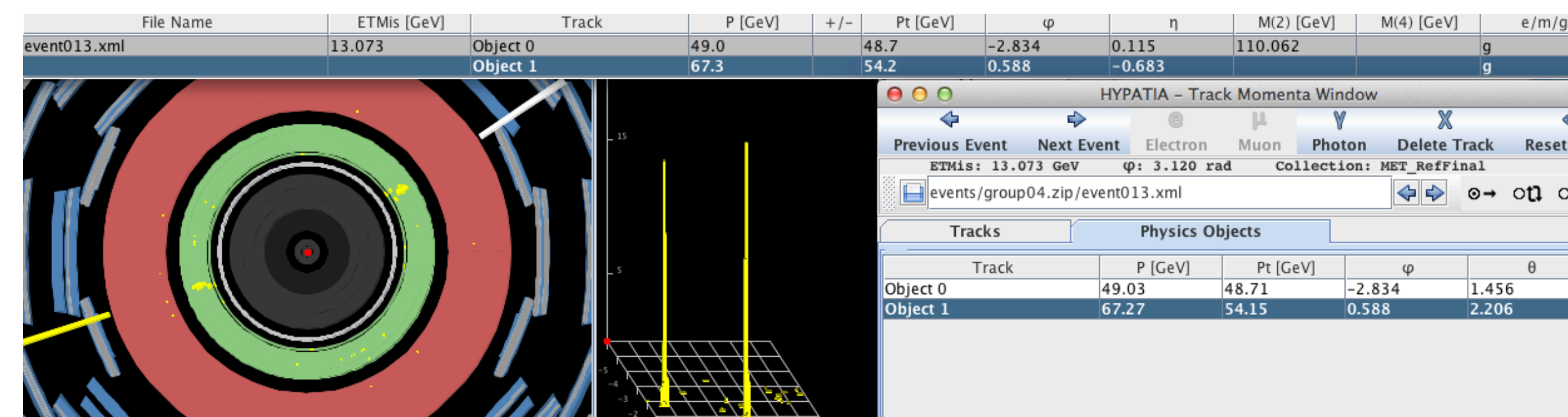
	Diphotons
Region	R
Events	1
Mean	1,499.80
Width	0.00

Bins: 50 Lower: 80 Upper: 160

R Min: 1400.0 R Max: 1600.0

Update plot Reset

análise de um único evento

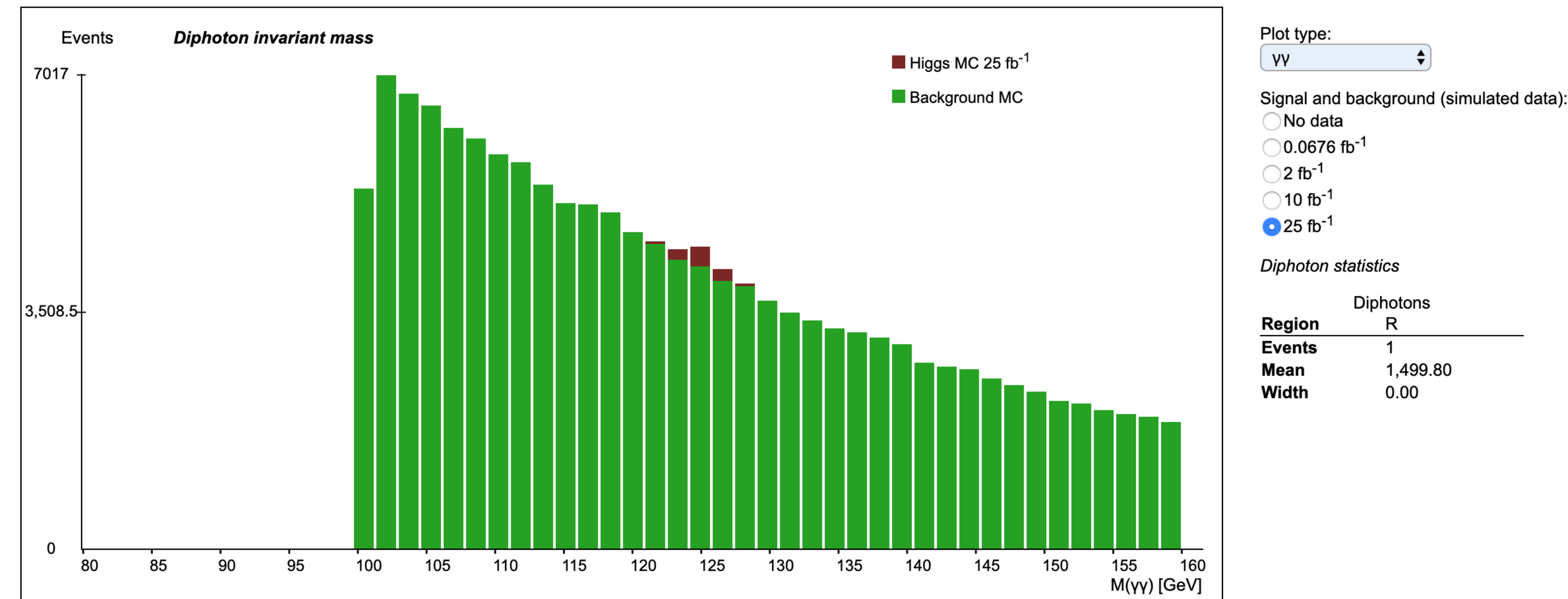


Mas também do bóson de Higgs

OPlOT – MasterClass – Combination for Sao Paulo on March 12 2019

Start Student Moderator Tutor Administrator

Monday, March

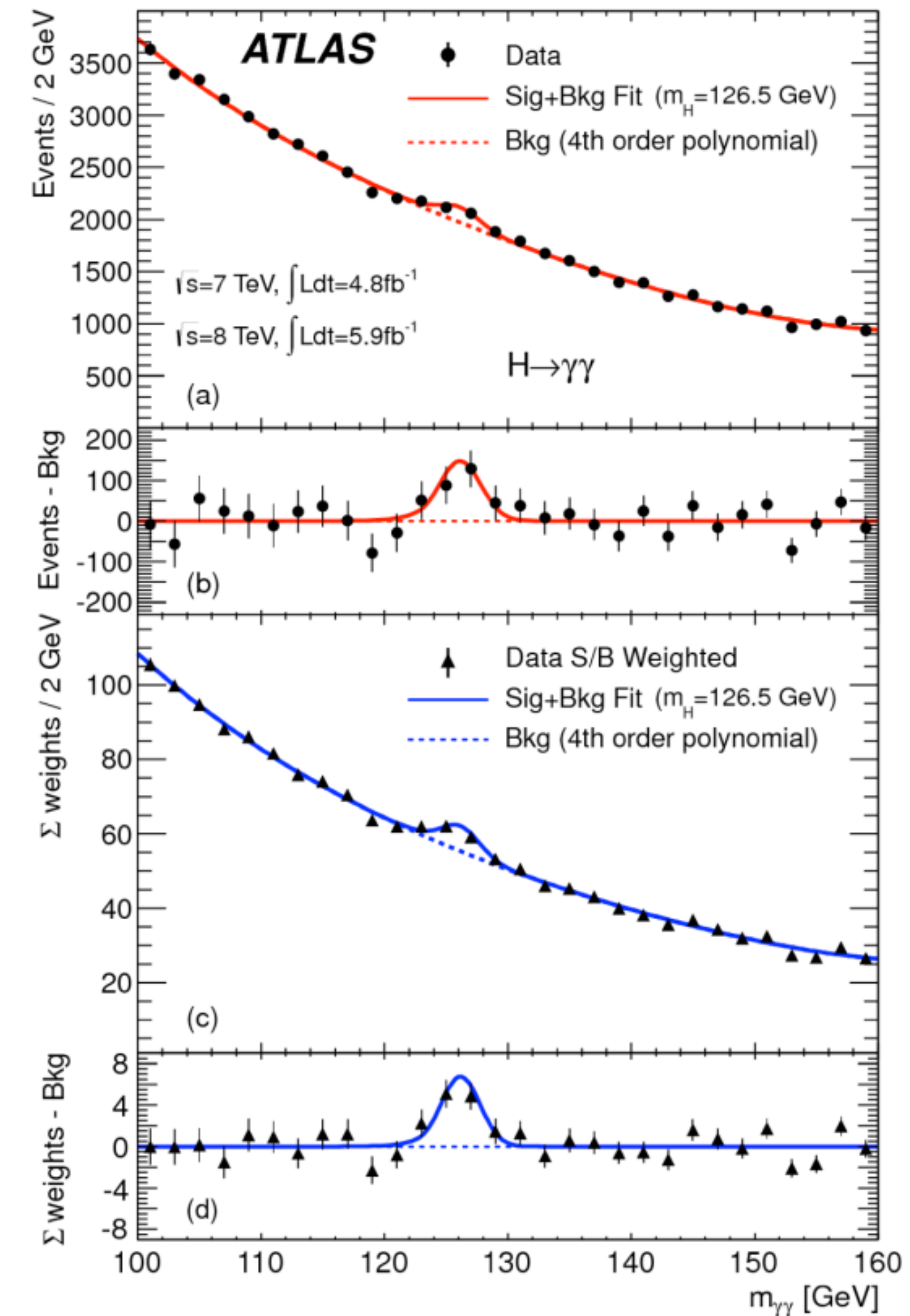


Bins: 50 Lower: 80 Upper: 160

Update plot Reset

R Min: 1400.0 R Max: 1600.0

Percebeu a diferença?



Nossa proposta...



Raios Cósmicos nas Escolas

Uma rede de colaboração científica entre escola e universidade



Como Funciona

[Como funciona o detector de raios cósmicos ?](#)



Monitoramento

[Clique aqui para ver como seu detector está operando](#)



Análise

[Acesse o ambiente de programação para análise de dados](#)

<https://raioscosmicos.gitlab.io/>



Por que estudar os raios cósmicos?

Raios Cósmicos estão em todo lugar!

Em cada metro quadrado, a cada segundo, centenas destas partículas cósmicas de altas energias nos alcançam. O que as medidas destas partículas têm a nos ensinar sobre processos que ocorrem em nossa galáxia ou até mesmo em galáxias distantes? Como os raios cósmicos afetam a nossa vida na Terra?

Interplay of space radiation and microgravity in DNA damage and DNA damage response

María Moreno-Villanueva, Michael Wong, Tao Lu, Ye Zhang & Honglu Wu 

npj Microgravity 3, Article number: 14 (2017) | Download Citation ↓

Motivação

Science News

from research organizations

NASA studies cosmic radiation to protect high-altitude travelers

Date: January 27, 2017

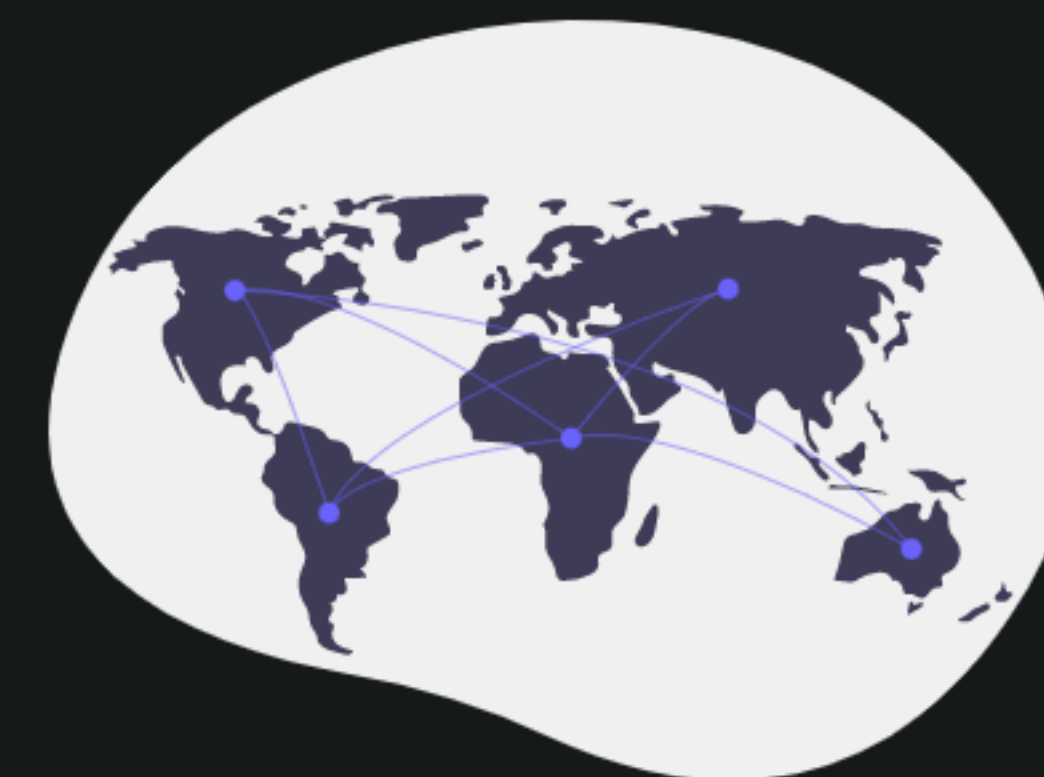
Source: NASA/Goddard Space Flight Center

Summary: NASA scientists studying high-altitude radiation recently published new results on the effects of cosmic radiation in our atmosphere to help improve real-time radiation monitoring for aviation industry crew and passengers.

Colaboração

Nossa proposta

Criar uma rede de detectores de partículas que podem ser construídos e operados por alunos e professores do ensino médio. O projeto permite investigação autônoma e envolvimento dos alunos em atividade de pesquisa científica de tópicos da física de partículas, astronomia e computação, através de atividades "hands-on".





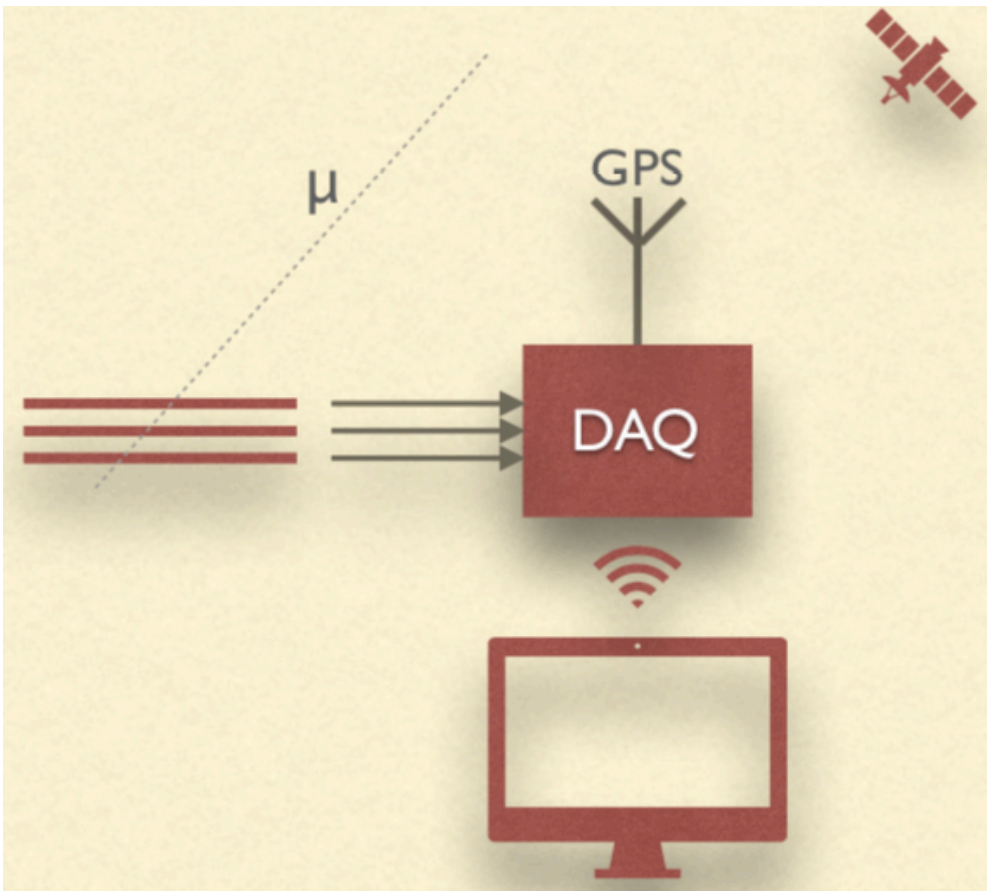
Quem participa?

Alunos e professores de ensino médio, pesquisadores em educação e físicos experimentais de altas energias, unindo escolas, universidades e institutos de pesquisa.

Participação

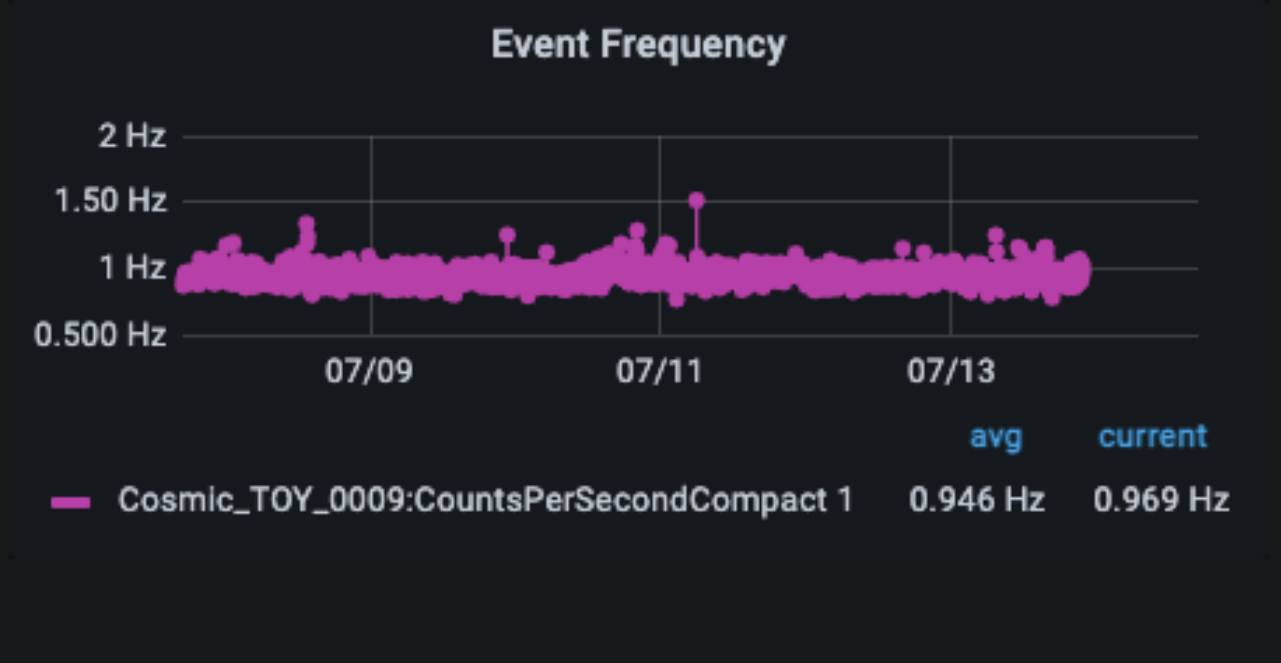
<https://raioscosmicos.gitlab.io/>

Estação de medidas



Monitorando ...

Veja o que está acontecendo em tempo real com a sua estação de medidas [clikando aqui !](#)



Nosso projeto

Criar uma rede de detectores de raios cósmicos em escolas de ensino médio envolvendo estudantes e professores na montagem e análise de dados, motivando o estudo de tópicos de física de partículas e tecnologias derivadas.

Objetivos:

- coletar dados de detectores construídos pelos alunos;
- disponibilizar ferramentas para análise dos dados;
- aparato deve se de baixo custo, de operação segura e flexibilidade;
- deve atender a uma proposta pedagógica de longo prazo;
- cobertura de uma área extensa.

<https://raioscosmicos.gitlab.io/>

Demonstração do aparato

- Oficina no IFUSP em 11/ 2019:
 - 5 professores de escolas
 - 4 pesquisadores de Física de Altas Energias (UFABC, USP)
 - 1 pesquisador de Ensino de Física (USP)
 - 2 alunos de IC (USP)



Discussão
com
professores
do
2o grau
(Nov. 2019)



Durante vários meses tomamos dados sem interrupção !!

Ferramentas para análise de dados

Your server is starting up.

You will be redirected automatically when it's ready for you.

Server ready at </jupyter/user/marisilvia.donadelli@gmail.com/>

Event log

- ambiente Python via Jupyter Notebook
- biblioteca de análise de dados
- dados disponíveis no banco de dados
- filtragem de eventos
- construção de histogramas e gráficos
- simultaneidade de eventos entre estações

Análise e histogramas dos eventos

Média de eventos por hora

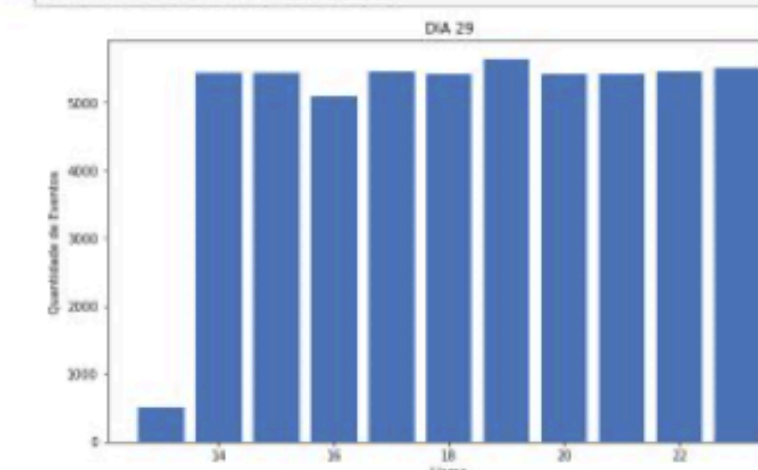
Temos eventos de dois dias distintos, 29 e 30 de setembro de 2019. Vamos inicialmente ver quantos eventos acontecem por hora:

```
In [7]: cosmic.MediaPorHora(df,dia=29)
Media diária:4977.6363636364
hora
13 496
14 5430
15 5444
16 5086
17 5458
18 5412
19 5633
20 5416
21 5415
22 5463
23 5509
```

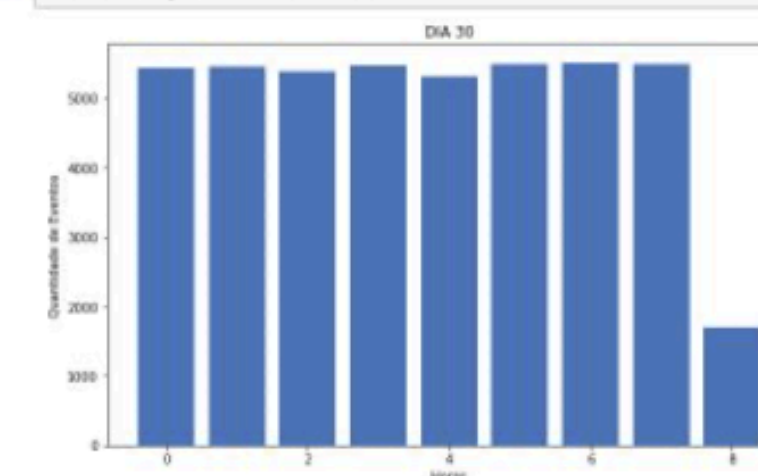
```
In [8]: cosmic.MediaPorHora(df,dia=30)
Media diária:5027.3333333333
hora
0 5445
1 5455
2 5394
3 5470
4 5309
5 5486
6 5588
7 5489
8 1690
```

Distribuição das diferentes atvações dos sensores

```
In [9]: cosmic.HistogramaPorHora(df,dia=29)
```



```
In [10]: cosmic.HistogramaPorHora(df,dia=30)
```



Proposta pedagógica



Raios Cósmicos nas Escolas

[Para saber mais](#)

[Atividades](#)

[Para os professores](#)

[Documentação técnica](#)

[Blog](#)



Professores



Para os professores



Apresentação

Sequência didática

Oficinas

Apresentação

As propostas de ensino que estão sendo desenvolvidas se dividem em duas frentes diferentes. A primeira, são propostas voltadas para a educação formal, que acontece dentro das escolas. A segunda, são propostas voltadas para a educação não-formal, que pode ser promovida em outros espaços. Nos dois casos, o projeto engaja com a discussão contemporânea sobre os propósitos da educação científica. Nosso compromisso é engajar os alunos na Cultura Científica, apresentando essa maneira de observar o mundo a partir de aspectos teóricos e experimentais. Também esperamos que os alunos compreendam alguns elementos da Natureza da Ciência, contribuindo para uma forma adequada de lidar com o conhecimento científico presente na sociedade, tanto na tomada de decisões individuais quanto em sua participação democrática.

Educação Formal

As propostas de educação formal estão divididas a partir das mudanças do recente currículo paulista. Desse modo, há propostas para a Formação Geral Básica (aulas comuns a todos os estudantes do ensino médio), com um enfoque de educação através da ciência. Há propostas destinadas aos Itinerários Formativos (aulas para alunos que escolheram aquele Itinerário), com um enfoque mais de ciência através da educação. Discutiremos brevemente os trabalhos que estão sendo desenvolvidos.

[Educação Formal](#)



<https://raioscosmicos.gitlab.io/>

Divulgação científica

Raios C3smicos nas Escolas Para saber mais Atividades Para os professores Documenta33o t3cnica Blog

Fundamentos
Part3culas c3smicas
Pesquisa
Os pioneiros
Como detectamos raios c3smicos
Experimentos da atualidade
Nosso experimento
Informa33o complementar

Como detectamos raios c3smicos

Os detectores de raios c3smicos s3o detectores de part3culas que utilizam um mesmo princ3pio fundamental: uma part3cula n3o se torna evidente at3 que interaja com o material do aparato experimental de forma mensur3vel ou decaia em outras part3culas detect3veis. Isto ocorre a partir da transfer3ncia de uma parte ou de toda a energia da(s) part3cula(s) que atravessa(m) o volume do detector, convertida posteriormente em alguma outra forma mais acess3vel para "percep33o" humana. A forma na qual a energia 3 convertida depender3 do tipo de detector e de seu projeto. Atrav3s de medidas das propriedades fundamentais das part3culas como massa e carga el3trica, e levando em conta as leis de conserva33o poderemos, por exemplo, identific3-las e determinar sua dire33o de chegada.

A detec33o direta com uso de eletr3metros e contadores Geiger-M3ller

NOTA
O eletrosc3pio foi um dos primeiros instrumentos utilizados para detectar uma das propriedades fundamentais da mat3ria: a presen3a de cargas el3tricas. No eletrosc3pio, a observa33o do efeito da for3a de natureza eletrost3tica (Lei de Coulomb) se d3 pelo movimento de um objeto teste sobre ele, para identificar se o objeto est3 eletrizado. Entretanto, o eletrosc3pio pode dar apenas uma indica33o aproximada da quantidade de carga; para uma medida quantitativa de carga el3trica utiliza-se o eletr3metro.

A detec33o direta com uso de eletr3metros e contadores Geiger-M3ller
C3mara de nuvens e a descoberta do p3sitr3n
Emuls3es fotogr3ficas e a descoberta do m3son pi
Cintiladores, fotomultiplicadoras e SIPMs

- divulga33o ampla
- notas de "di3logo" com o leitor

Raios C3smicos nas Escolas Para saber mais Atividades Para os professores Documenta33o t3cnica Blog

Fundamentos
Part3culas c3smicas
Pesquisa
Os pioneiros
Como detectamos raios c3smicos
Experimentos da atualidade
Nosso experimento
Informa33o complementar
Anatomia das Part3culas C3smicas
Chuveiros atmosf3ricos extensos
O Modelo Padr3o da f3sica de part3culas
Experimentos da atualidade
Gloss3rio

Part3culas de mat3ria

Toda a mat3ria ao nosso redor 3 feita de part3culas elementares, os blocos de constru33o da mat3ria. Essas part3culas ocorrem em dois tipos b3sicos chamados quarks e l3ptons. Cada grupo 3 composto por seis part3culas, que se relacionam aos pares, ou "gera33es". As part3culas mais leves e est3veis constituem a primeira gera33o, enquanto as part3culas mais pesadas e menos est3veis pertencem 3 segunda e terceira gera33es. Toda mat3ria est3vel no universo 3 feita de part3culas que pertencem 3 primeira gera33o; quaisquer part3culas mais pesadas decaem rapidamente para outras mais est3veis. Os seis quarks s3o pareados em tr3s gera33es - o *quark up* e o *quark down* formam a primeira gera33o, seguido pelo *quark charm* e *quark strange*, depois o *quark top* e *quark bottom* (ou *beauty quark*). Os quarks tamb3m v3m em tr3s "cores" diferentes e s3o se misturam para formar objetos incolores. Os seis l3ptons s3o arranjados de forma semelhante em tr3s gera33es - o *el3tron* e o *neutrino do el3tron*, o *m3on* e o *neutrino do m3on*, e o *tau* e o *neutrino do tau*. O el3tron, o m3on e o tau t3m carga el3trica e massa significativa, enquanto os neutrinos s3o eletricamente neutros e t3m muito pouca massa.

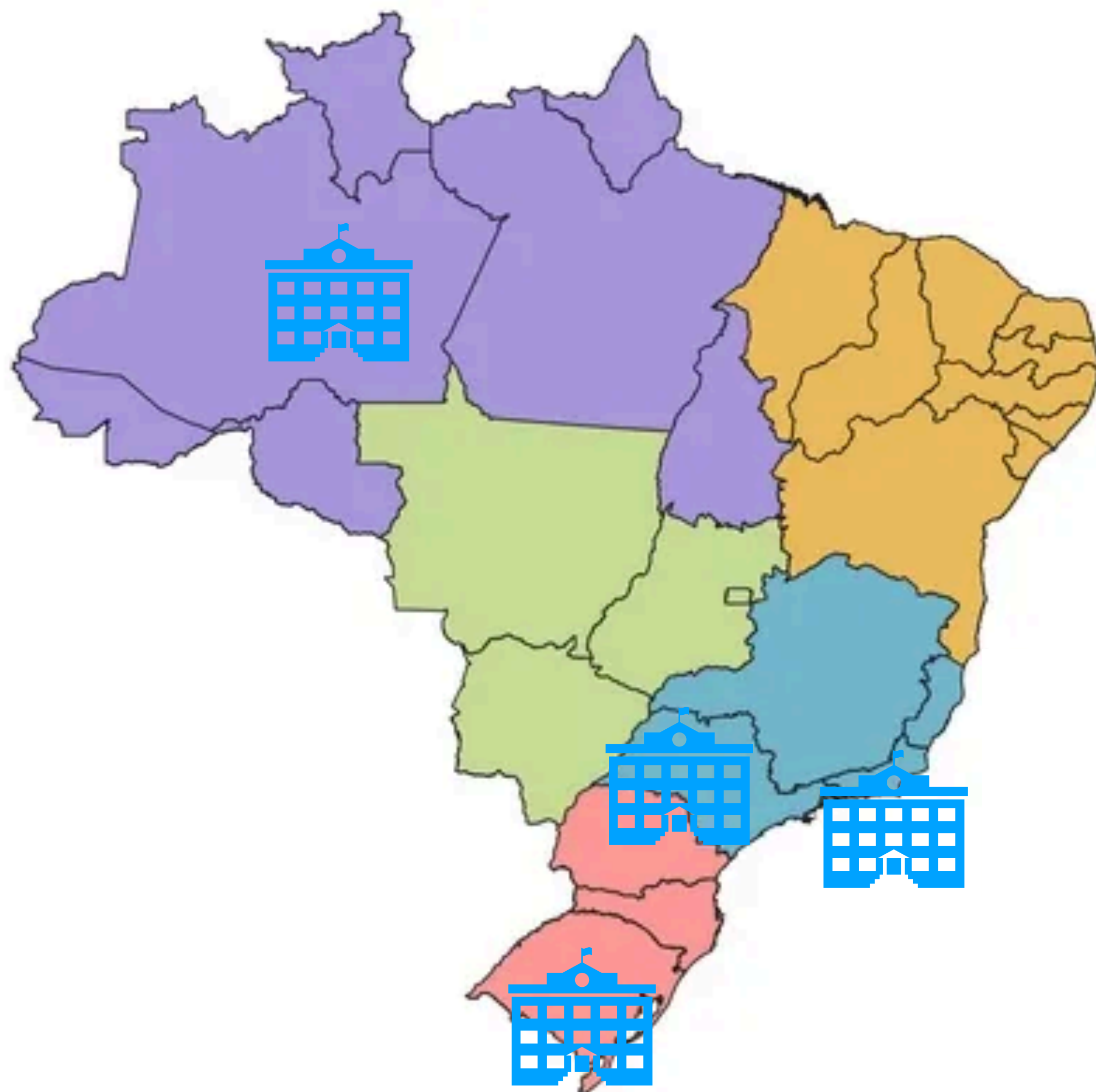
Part3culas de mat3ria
For3as e part3culas portadoras

Cr3ditos da imagem: Daniel Dominguez/CERN



- dimens3o hist3rica
- fundamenta33o te3rica

Incluindo mais...



- Universidades e Institutos de Pesquisa

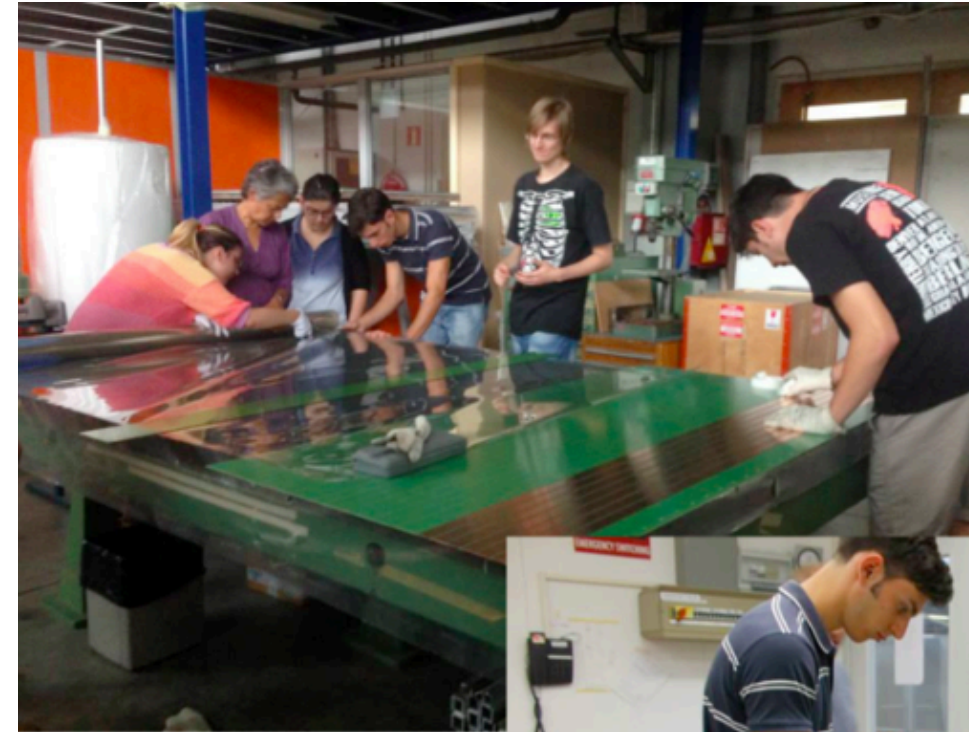
- UFABC, USP

- CBPF, UERJ

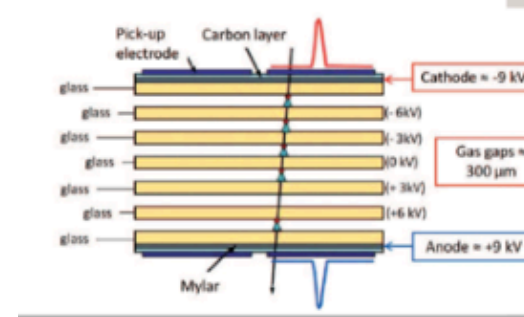
- UFRGS

Escolas: SP, RS, AM

Alguns exemplos de
iniciativas existentes
(dentre vários)



EEE Project
MRPC construction



Itália

ITALY



Extreme Energy Events - Science inside Schools (EEE), is a joint educational and scientific initiative studying cosmic rays. This strategic project of Centro Fermi, Rome is conducted in collaboration with CERN, INFN and MIUR and carried out with the essential contribution of high school students and teachers. The physics research interests include the properties of the local muon flux, the detection of extensive air showers, and the search for possible long range correlations between far telescopes. The experiment is based on a network of "telescopes," the most advanced particle detectors (Multigap Resistive Plate Chambers, MRPC), built at CERN by teams of students and teachers. Telescopes are located in high schools distributed throughout Italy and are controlled by students. Currently, about 50 telescopes are taking data, and more than 90 institutes are analyzing data. Data from all telescopes are centrally collected, reconstructed and distributed to the students. Regular videoconferences, masterclasses, meetings and visits are organized with the involvement of all institutes. More than 50 billion tracks have been collected and are presently studied by students and professional researchers. The project is expanding with the construction of new telescopes. Website: EEE

Holanda, Reino Unido



High School Project on Astrophysics Research with Cosmics (HiSPARC) is a project in which secondary schools and academic institutions join forces and form a network to measure cosmic rays with extremely high energy. HiSPARC offers students the opportunity to participate in real research, with the purpose of finding out more about these mysterious and rare cosmic particles. Schools purchase HiSPARC detectors and students install these on the roofs of their school. The HiSPARC project started in the Netherlands in 2002. The HiSPARC detectors are connected to a central computer at the scientific institute Nikhef in Amsterdam through the internet, forming a large network. The project is coordinated from Nikhef in Amsterdam. The project spread to the UK in 2012 with first the Universities of Bristol, Bath and Birmingham. The project has recently spread to the Universities of Cardiff and Sussex. Website: HiSPARC



List of HiSPARC stations, by status

Up

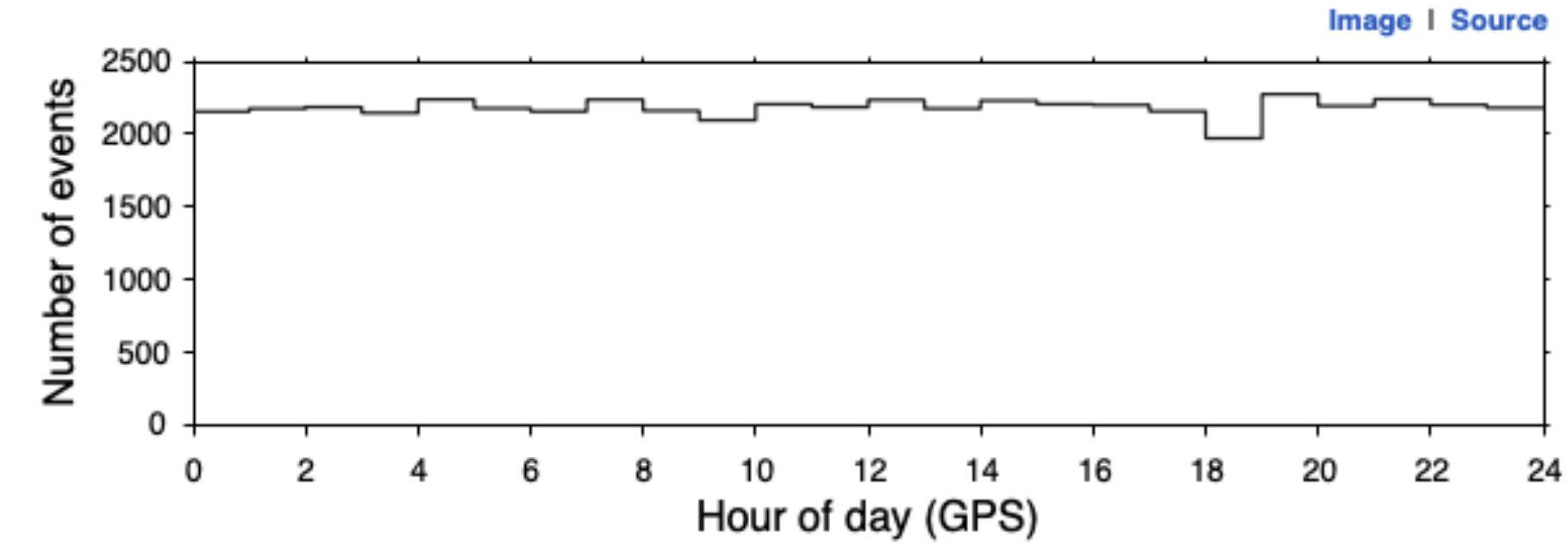
- 5 — Chr. Sch. Gem. Buitenveldert
- 9 — Vrije Universiteit
- 15 — G. van der Veen
- 21 — Vechtstede College
- 22 — St. Ignatius Gymnasium
- 23 — Fons Vitae Lyceum 1
- 24 — Cygnus Gymnasium
- 98 — Nikhef (test)
- 102 — Zaanlands Lyceum 1
- 104 — Zaanlands Lyceum 3
- 106 — Zaanlands Lyceum 2
- 201 — Coornhert Lyceum
- 305 — Gemeentehuis Castricum
- 501 — Nikhef
- 502 — Universiteit van Amsterdam
- 503 — Interxion
- 504 — SURFsara (Matrix)
- 505 — ARCNL (PiMu)
- 507 — Nikhef (receptie)
- 509 — Universiteit van Amsterdam 2
- 510 — Nikhef 2
- 511 — AMOLF
- 512 — Nikhef 3
- 513 — Nikhef 4
- 514 — Nikhef 5
- 601 — Werenfridus
- 602 — Copernicus
- 603 — dAmpte
- 1006 — University College Utrecht 1
- 1007 — University College Utrecht 2
- 1101 — Comenius College
- 1103 — Alberdingk Thijm College
- 3201 — CSG Prins Maurits 1
- 3301 — Scala College 1
- 3304 — Scala College 2
- 3501 — De Haagse Hogeschool (Delft)
- 7001 — Universiteit Twente 1
- 7002 — Universiteit Twente 2
- 7003 — Universiteit Twente 3
- 7102 — Lyceum de Grundel
- 7301 — Eetty Hillesum Lyceum
- 7401 — Assink Lyceum
- 7601 — SG Marianum
- 8001 — Universiteit Eindhoven 1
- 8003 — Sint-Joriscollege
- 8004 — Universiteit Eindhoven 2
- 8005 — Pius X College Bladel
- 8009 — Universiteit Eindhoven 4
- 8201 — Bouwens van der Boije College
- 8401 — KS Etten-Leur
- 13104 — Bath University
- 14003 — King Edward VI High School for ...
- 14006 — South Bromsgrove
- 14008 — Birmingham University 2
- 15001 — University of Sussex
- 16001 — Cardiff University
- 17001 — Institute of Physics
- 20002 — Aarhus University 2

Station: 501 — Nikhef

Wed, 14 July 2021



Event histogram (number of events per hour)



Stations

List by [Location](#) [Name](#) [Number](#) **[Status](#)**

Map [Overview](#)

Data [Network](#)

Station PC status

- Up (55)
- Problem (10)
- Down (68)
- Unknown
- ← Link to nagios status

Data availability

- Station ← Link to data
- Station No data received

Recent data

- Up: Recieved data yesterday (58)
- Problem: No data yesterday (5)
- Down: No recent data (70)
- Unknown
- ← Link to most recent data

Region map

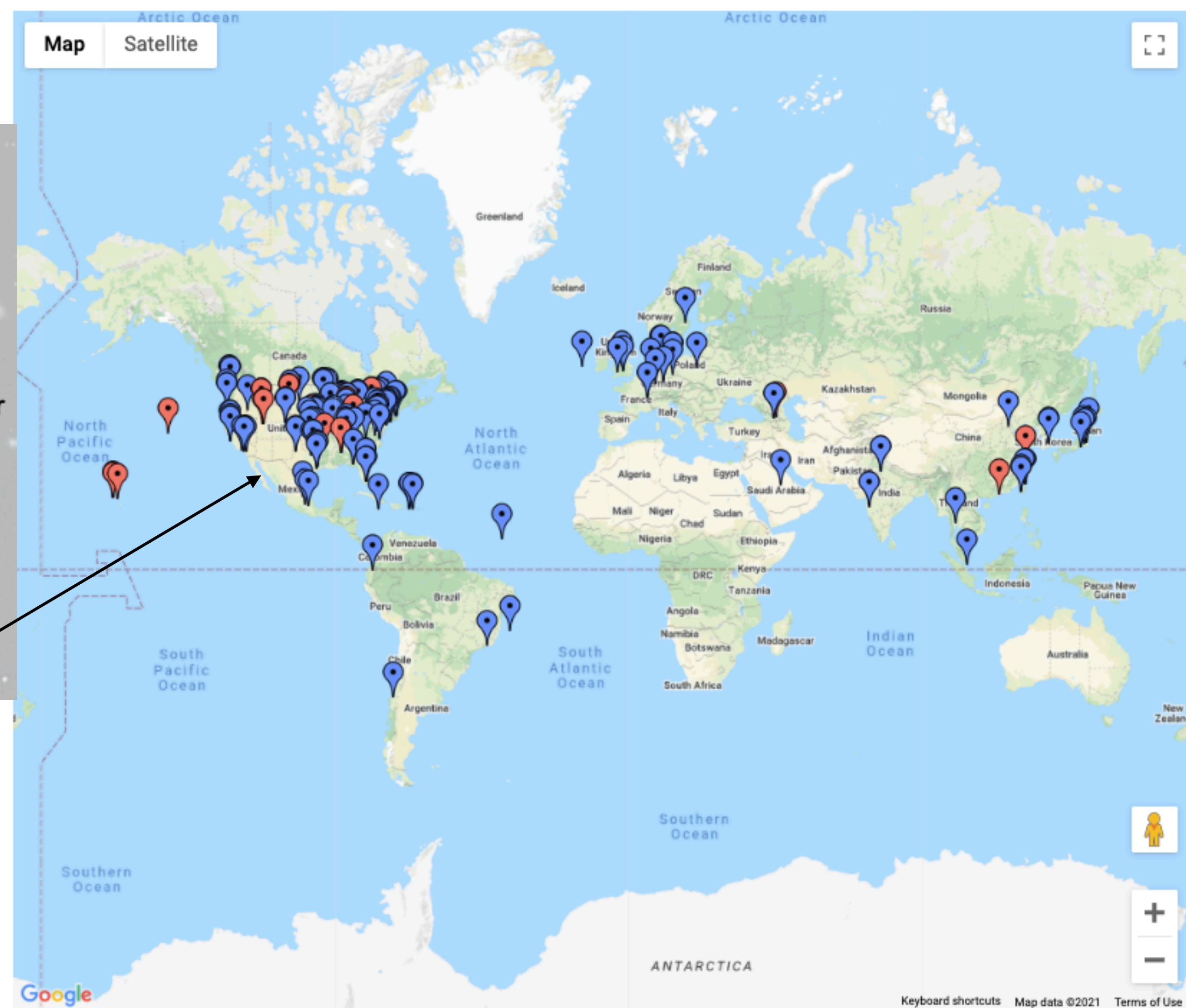
Cluster ← Link to map

[Help](#)

Escala Global

Worldwide DAQ Information - Beta Version

- Click on DAQ markers to view information. The coordinates are read from the geometry file.
- If your detector appears in the wrong place, you need to update the geometry file.
- Inside information window click on links to search and view uploaded data. By default we are retrieving the last 3 months worth of data for the criteria you choose.
- 📍 Detectors with data uploaded this calendar year
- 📍 Older uploads



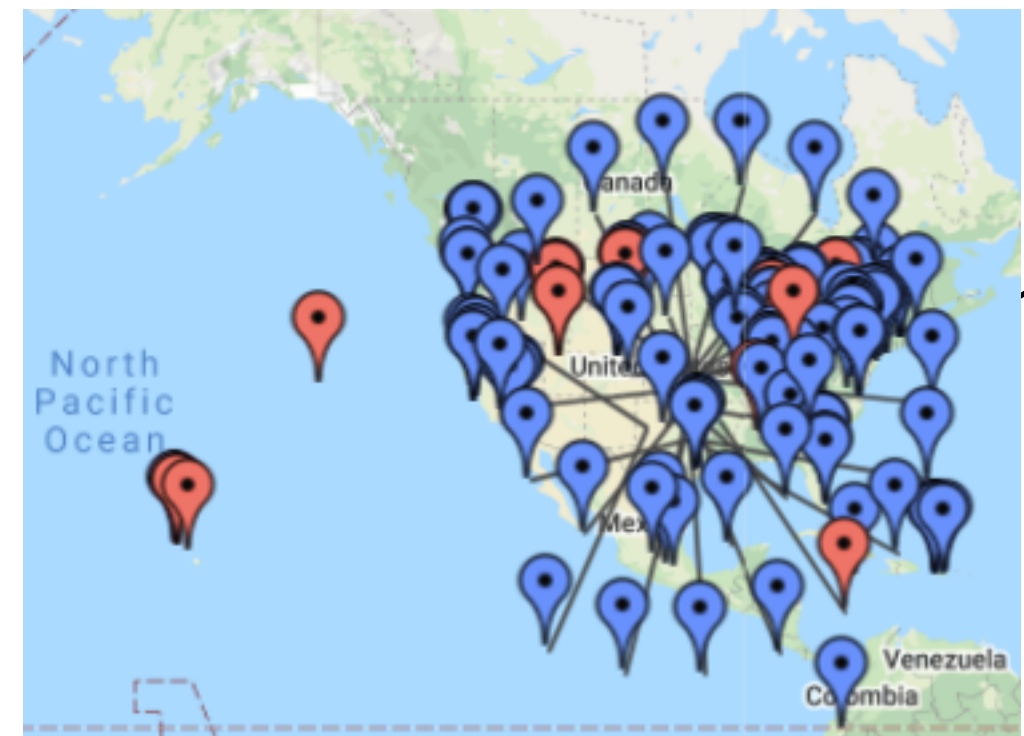
USA



Cosmic Ray e-Lab Studies: provide opportunities for high school students to conduct their own scientific investigations either with data they collected themselves or with data from their peers. QuarkNet teachers receive a kit to build a portable, configurable classroom detector; non-QuarkNet educators can purchase the DAQ with GPS, antenna and temperature and pressure sensors. They can buy the rest of the parts commercially. The browser-based e-Lab provides analysis tools for four different studies and a guided inquiry instructional tool complete with student and teacher pages. To access the e-Lab educators request accounts; they create accounts for their students. The Data Portfolio provides additional classroom activities that develop student knowledge and skills needed to complete their scientific investigation.

Websites: Login as a guest to view [Cosmic Ray e-Lab](#) and to access Data. | [Data Portfolio](#) | [QuarkNet Project](#)

Gefällt mir 479 Personen gefällt das. [Registriere dich](#), um sehen zu können, was deinen Freunden gefällt.

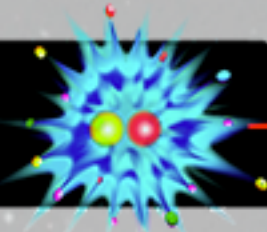


Discover Cosmic Rays

INTERNATIONAL COSMIC DAY

TAIWAN

QuarkNet-TW



UK



UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

HiSPARC



SWEDEN



Projeto participante

SPAIN



CAZADORES
DE RAYOS
GAMMA

FINLAND

CALLIO LAB

Underground Center for Science and R & D

JAPAN



POLAND

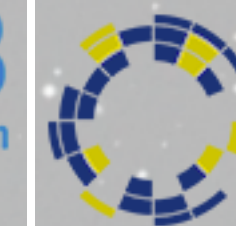
CRED

THE QUEST FOR THE UNEXPECTED

GERMANY

COSMIC@WEB

Das Webinterface von physik.begreifen in Zeuthen



NETZWERK
TEILCHENWELT

FRANCE

Sciences à l'École



Plateforme Éducative Rayons cosmiques et muONS

ITALY

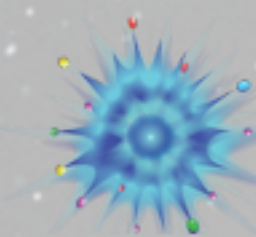


Extreme
Energy
Events
Science inside Schools



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

USA



QuarkNet

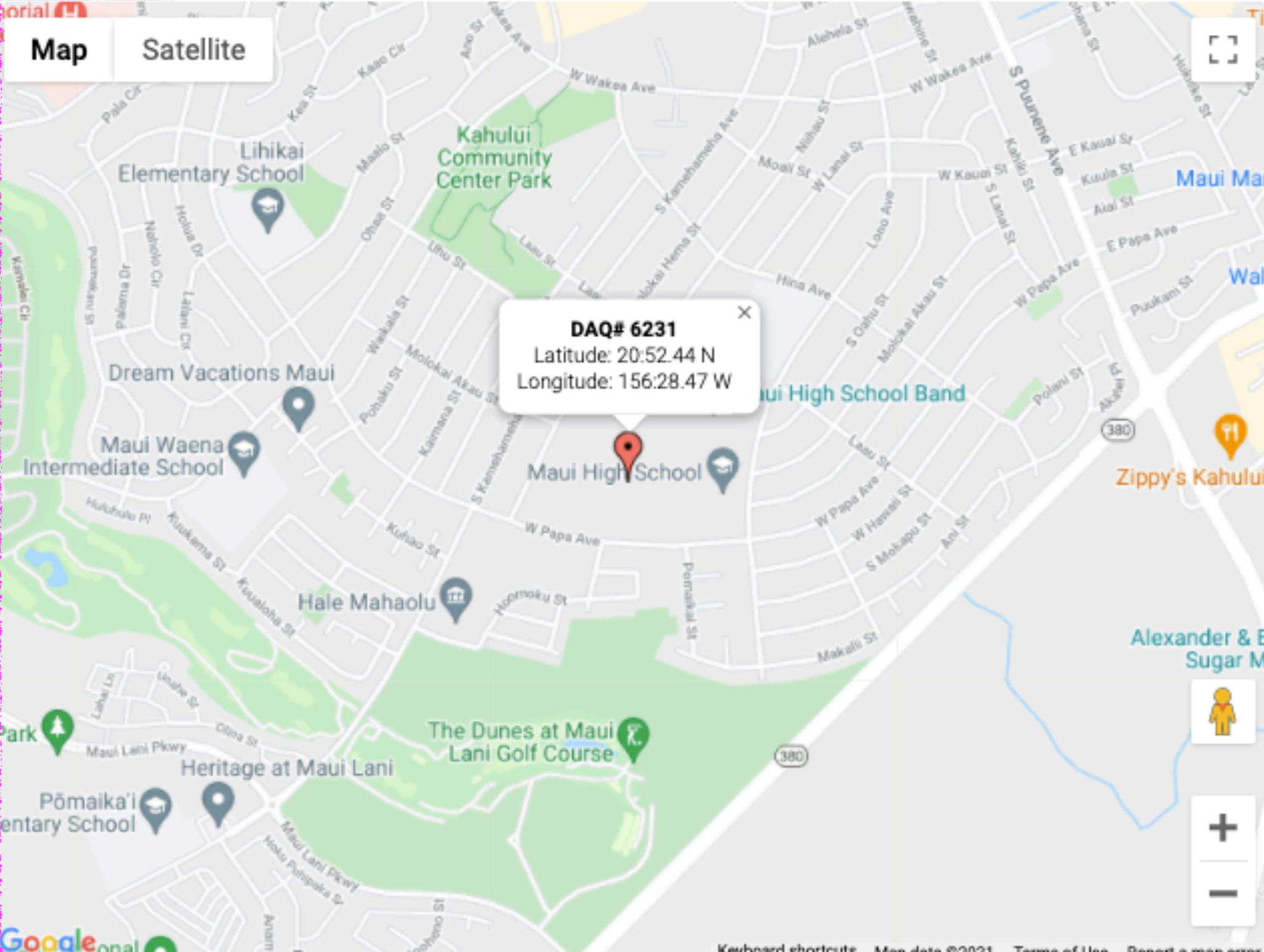
Exemplo de ID/DAQ das
estações de medida

Escolas e estações de medida

Geometry information for DAQ# 6231


[Go back to geometry](#)

Map Satellite



DAQ# 6231
Latitude: 20.52.44 N
Longitude: 156.28.47 W

USA



QuarkNet

DAQ# [6231](#)
Last Upload: 2021-04-21 12:50:57.000
Total Files: 1225

Latest data uploaded by:
Teacher: [Keith Imada](#)
School: [Maui High School](#)
City: [Maui High School](#)
State: [HI](#)
Stacked: [true](#)



TAIWAN



QuarkNet-TW

DAQ# [6205](#)
Last Upload: 2021-07-09 02:31:02.000
Total Files: 326

Latest data uploaded by:
Teacher: [Chia Chu Chen](#)
School: [National Cheng Kung University NCKU](#)
City: [National Cheng Kung University NCKU](#)
State: [TWN](#)
Stacked: [true](#)

Informação de cada estação sobre configuração dos detectores e dados coletados

Havai

[Show Data](#) | [Show Metadata](#)

[Geometry](#) for 6231.2021.0420.0

Detector Geometry

If you are using EQUIP for data acquisition, you still need to enter geometry data on this page for use in the Cosmic Ray e-lab.

GPS is @ (0,0,0).

Each point (x,y,z) represents the center of a counter.

Cable	Active Channels:				
	1	2	3	4	
Length (m)	Area(cm ²)	x:E-W(m)	y:N-S(m)	z:Up-Dn(m)	
1	15.1	750.0	-0.596	1.117€	1.0
2					
3					
4	15.1	750.0	-0.596	1.117€	0

Stacked
 Orientation
 Unstacked

Visualize geometry

GPS Coordinates

[GPS Coordinates Tutorial](#) [Find GPS Coordinates](#)

Latitude: Longitude:

[Map GPS Coordinates](#)

Altitude (m): GPS Cable Length (m):

6231.2021.0420.0

[Show metadata](#) | [Show Geometry](#) | [Show Blessing Charts](#) | [Download](#) | [Download Threshold File](#)

Go to time

Hours: Minutes: Seconds:

1:83E2551E	A6	00	00	00	00	00	27	00	82A69DE3	183227.359	200421	A	09	0	+0050
2:83E2551E	00	2C	00	00	00	00	00	2D	82A69DE3	183227.359	200421	A	09	0	+0050
3:32C0C911	80	00	00	00	00	00	20	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
4:32C0C912	24	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
5:32C3D579	80	00	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062
6:32C3D57A	3D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
7:32C66602	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
8:32C66603	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
9:32C684FA	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
10:32C684FB	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
11:32C6B687	80	00	00	00	00	00	30	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
12:32C6B688	34	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
13:32C7070C	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
14:32C7070D	2C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
15:32C74B2D	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
16:32C74B2E	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
17:32CAD9A8	80	00	00	00	00	00	20	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
18:32CAD9A9	24	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
19:32CD7CC5	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
20:32CD7CC6	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
21:32E1B6BA	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
22:32E1B6BB	2D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
23:32E7C95A	80	00	00	00	00	00	29	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
24:32E7C95B	2D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
25:32EE76D2	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
26:32EE76D3	2D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
27:32EEP8E3	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
28:32EEP8E4	3D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
29:32EF2A70	80	00	00	00	00	00	30	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
30:32EF2A71	34	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
31:32F46A7A	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
32:32F46A7B	2D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
33:32F52A7B	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
34:32F52A7C	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
35:32F55C08	80	00	00	00	00	00	30	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
36:32F55C09	34	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
37:32F58D95	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
38:32F58D96	2C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
39:32F5BF22	80	00	00	00	00	00	20	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
40:32F5BF23	25	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
41:32F94D9C	80	00	00	00	00	00	28	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
42:32F94D9D	2D	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
43:32FBF0BA	80	00	00	00	00	00	20	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
44:32FBF0BB	25	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
45:32FC413E	80	00	00	00	00	00	38	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	
46:32FC413F	3C	00	00	00	00	00	00	320C5705	223204.369	200421	A	07	0	+0062	

Taiwan

[Show Data](#) | [Show Metadata](#)

[Geometry](#) for 6205.2021.0512.0

Detector Geometry

If you are using EQUIP for data acquisition, you still need to enter geometry data on this page for use in the Cosmic Ray e-lab.

GPS is @ (0,0,0).

Each point (x,y,z) represents the center of a counter.

Cable	Active Channels:				
	1	2	3	4	
Length (m)	Area(cm ²)	x:E-W(m)	y:N-S(m)	z:Up-Dn(m)	
1	1.0	750.0	0	0	0
2	1.0	750.0	0	0	0.02
3	1.0	750.0	0	0	0.04
4	1.0	750.0	0	0	0.06

Stacked
 Orientation
 Unstacked

Visualize geometry

GPS Coordinates

[GPS Coordinates Tutorial](#) [Find GPS Coordinates](#)

Latitude: Longitude:

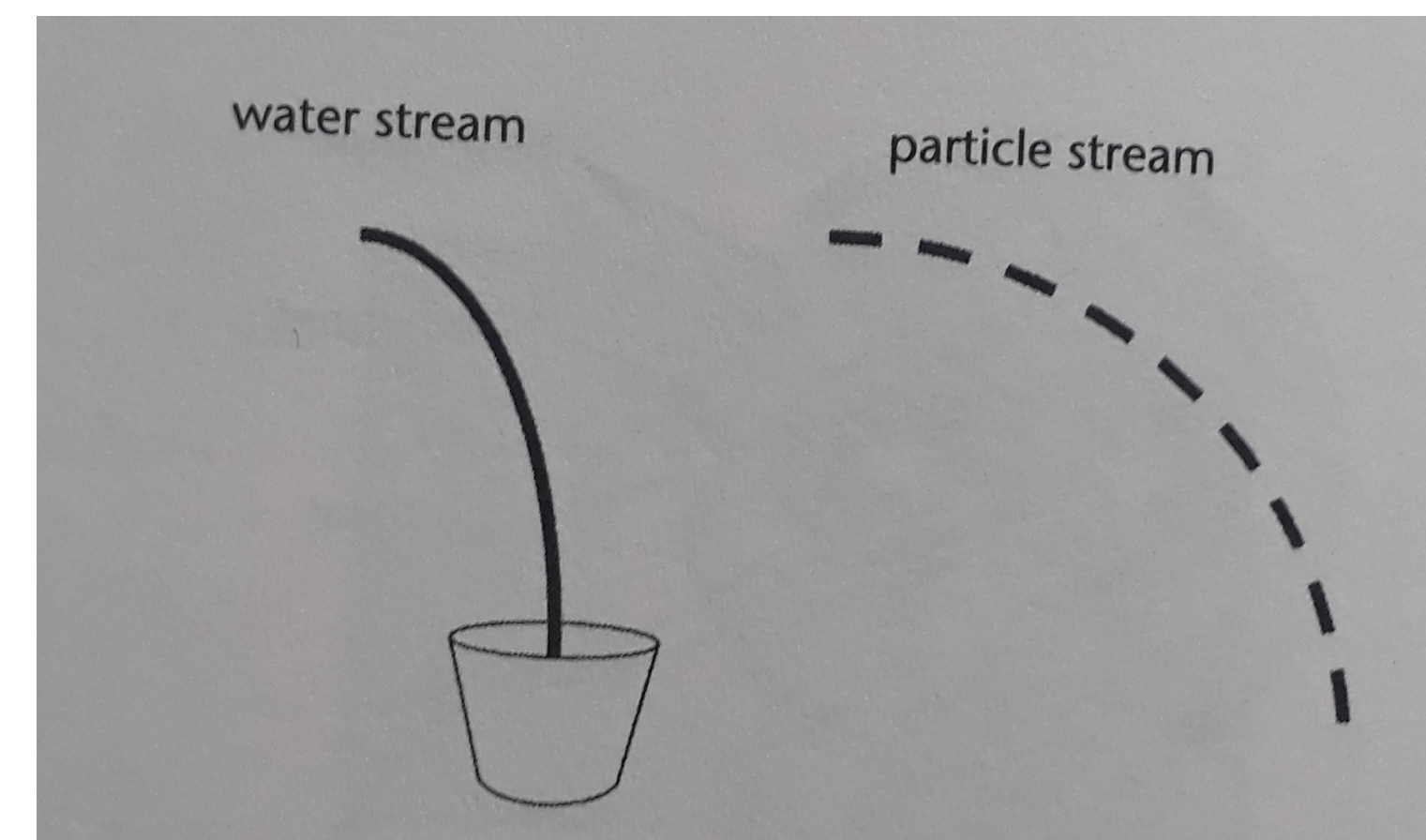
[Map GPS Coordinates](#)

Altitude (m): GPS Cable Length (m):

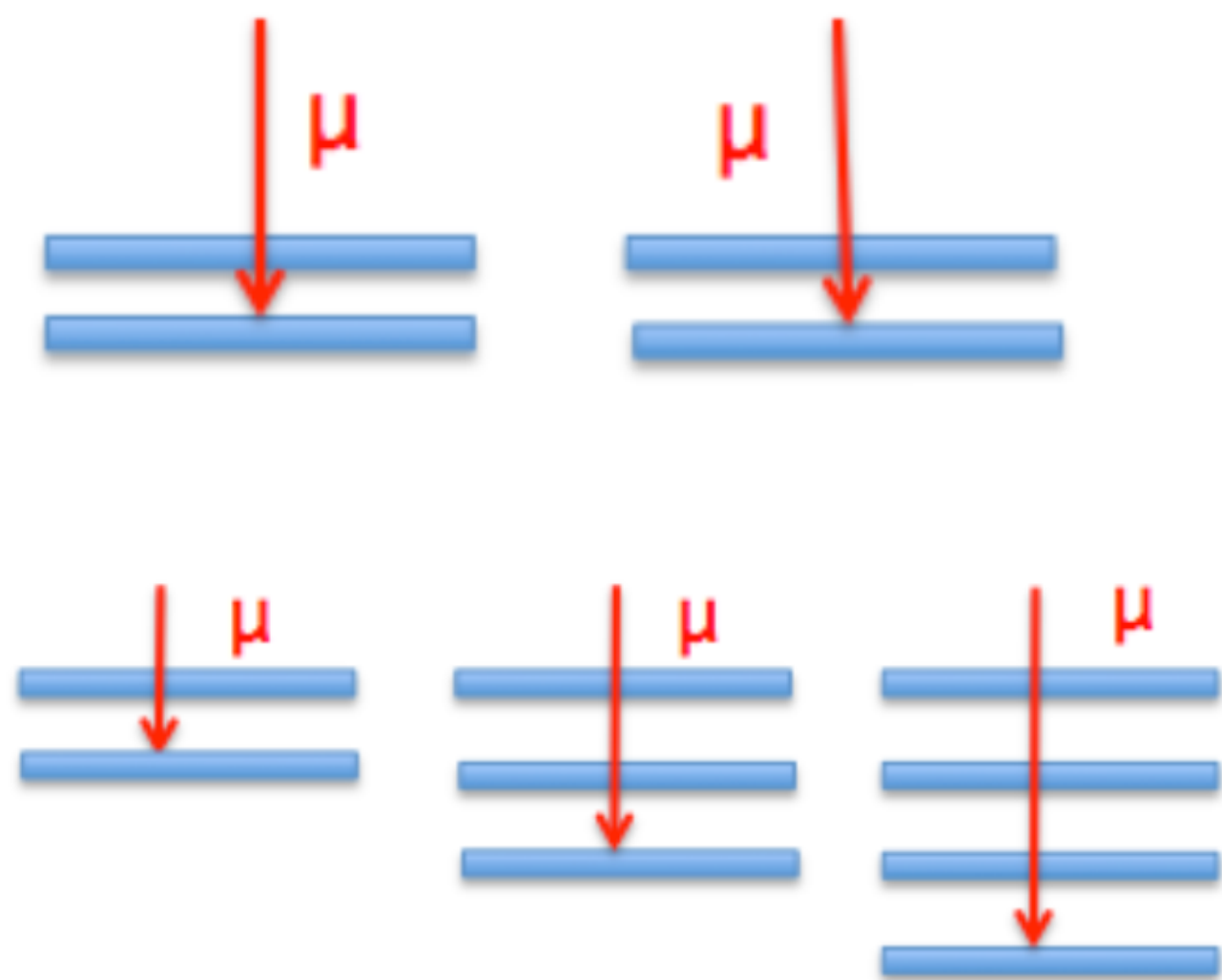
Alguns exemplos
atividades experimentais

Medindo o fluxo de múons

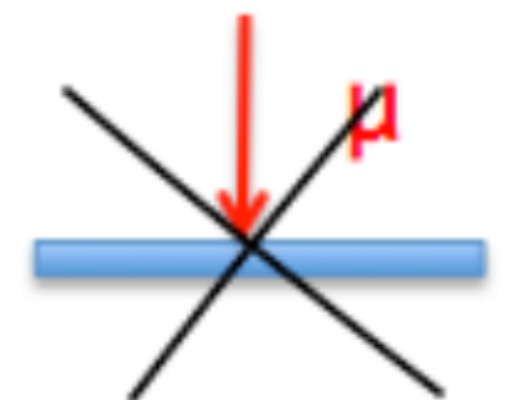
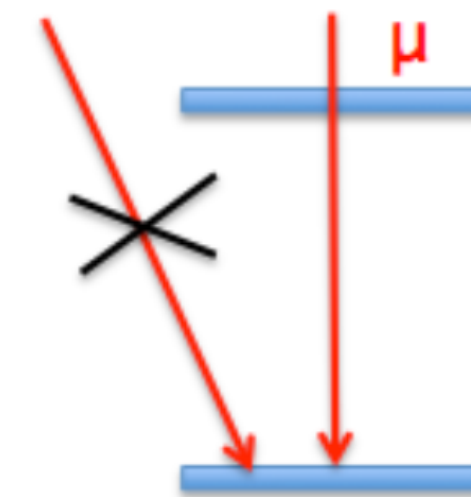
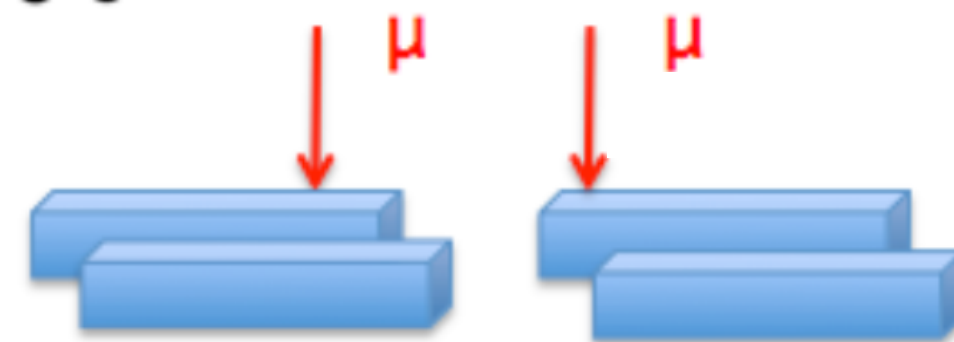
$$\Phi_{\text{fluxo}} = \frac{\text{eventos}}{(\text{área}) \cdot (\text{tempo})}$$



- Como a área do "contador" permanece constante durante um experimento, os estudos de fluxo permitem investigar como a taxa (eventos / tempo) na qual os raios cósmicos passam por um detector depende de uma certa variável (altitude, profundidade, etc...)
- Pode-se considerar o fluxo ao longo do dia ou do ano para ver se há mudanças na taxa de chegada dessas partículas. Por exemplo, pode-se ver se isso depende da hora do dia ou talvez da atividade solar



várias combinações de geometria com "empilhamento"



Medindo o fluxo de múons

Experimental Setup. We used a cosmic rays detector composed by four parallel layers of scintillator interposed with iron absorbers. If the atoms of these materials are excited by a particle passing through the layer, they emit optical radiations. The aim of the experiment was to detect single, double, triple and quadruple coincidences, recorded by the cosmic rays detector with 1 Hz frequency. Multiple coincidence occurs when two or more scintillators detect the same signal in eighty nanoseconds time window. Multiple coincidence are considered respect to the single counts for reducing the noise contribution.



Students: Francesco Giannotta, Flavia Mastrangelo, Sabrina Salamino, Giuseppe Sarli, Andrea Dimauro, Marco Moscato, Alessandro Piccoli, Marco Valentini, Lorena Golluscio, Lorenzo Musmeci.
Teacher: Salvatore Spinelli.

TWOFOLD

ANGLE(DEG)	0	15	30	45	60	79	90
XY	1.112	1	0.926	0.633	0.489	0.287	0.286
YZ	1.066	0.972	0.868	0.529	0.481	0.272	0.252
ZW	0.969	0.912	0.863	0.599	0.497	0.311	0.208
AVERAGES	1.049	0.96133333	0.88566667	0.587	0.489	0.29	0.24866667

THREEFOLD

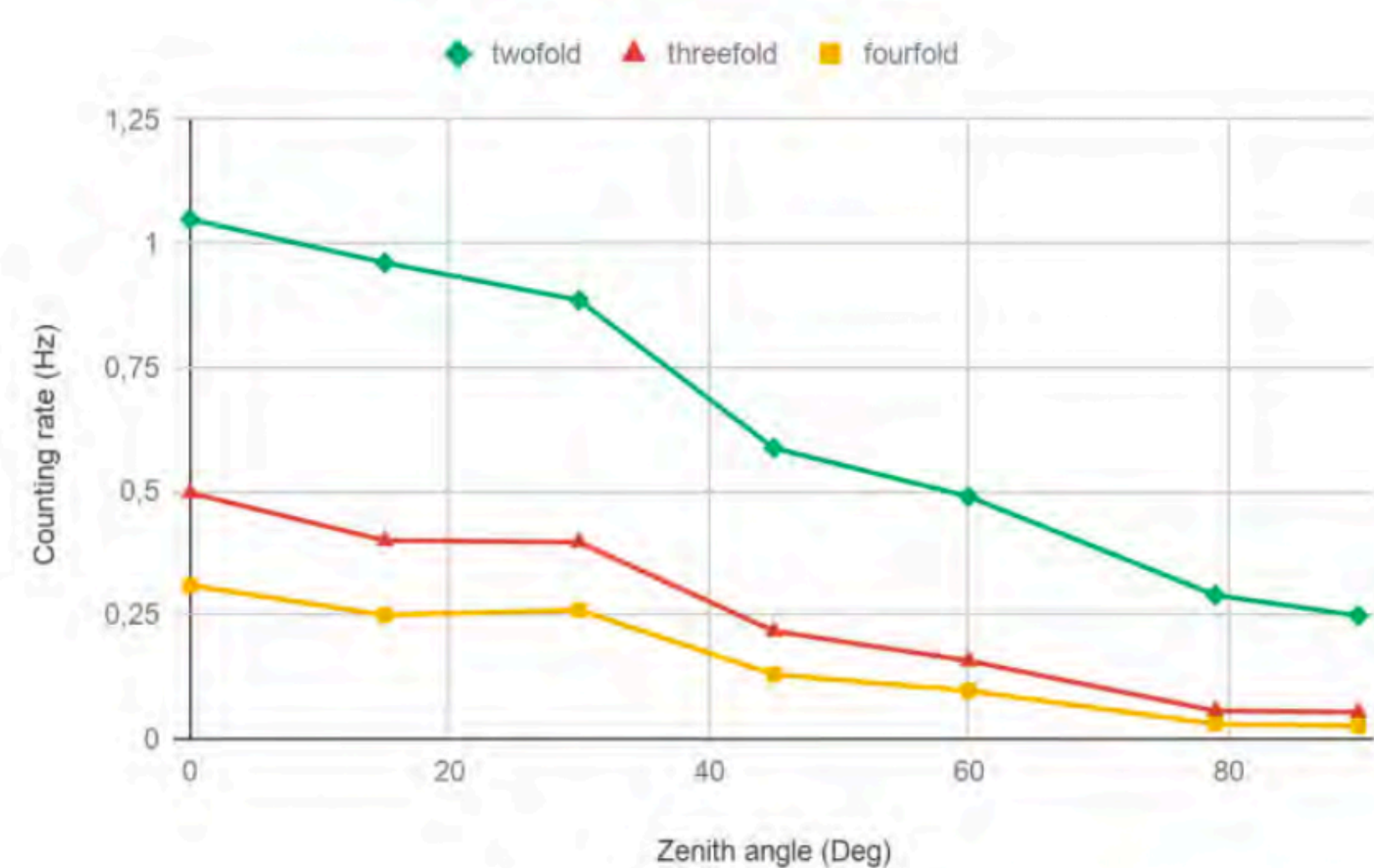
ANGLE(DEG)	0	15	30	45	60	79	90
XYZ	0,647	0.474	0.507	0.257	0.206	0.074	0.069
YZW	0.346	0.322	0.287	0.178	0.109	0.039	0.039
AVERAGES	0.4965	0.4005	0.397	0.2175	0.1575	0.0565	0.054

FOURFOLD

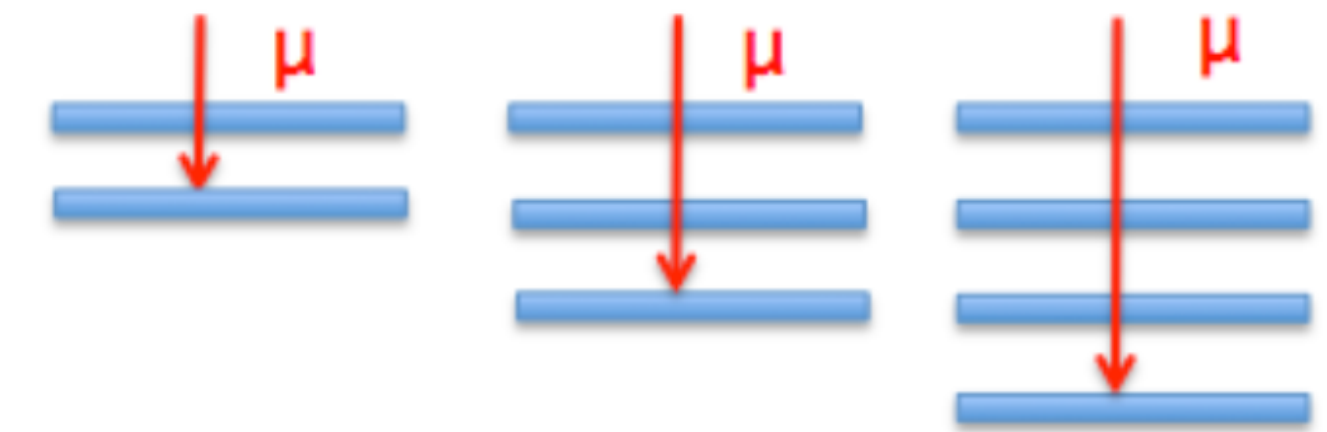
ANGLE(DEG)	0	15	30	45	60	79	90
XYZW	0.31	0.25	0.26	0.13	0.097	0.03	0.026

AVERAGES

ANGLE(DEG)	0	15	30	45	60	79	90
TWOFOLD	1,049	0,96133333	0,88566667	0,587	0,489	0,29	0,24866667
THREEFOLD	0,4965	0,4005	0,397	0,2175	0,1575	0,0565	0,054
FOURFOLD	0,31	0,25	0,26	0,13	0,097	0,03	0,026



várias combinações de geometria

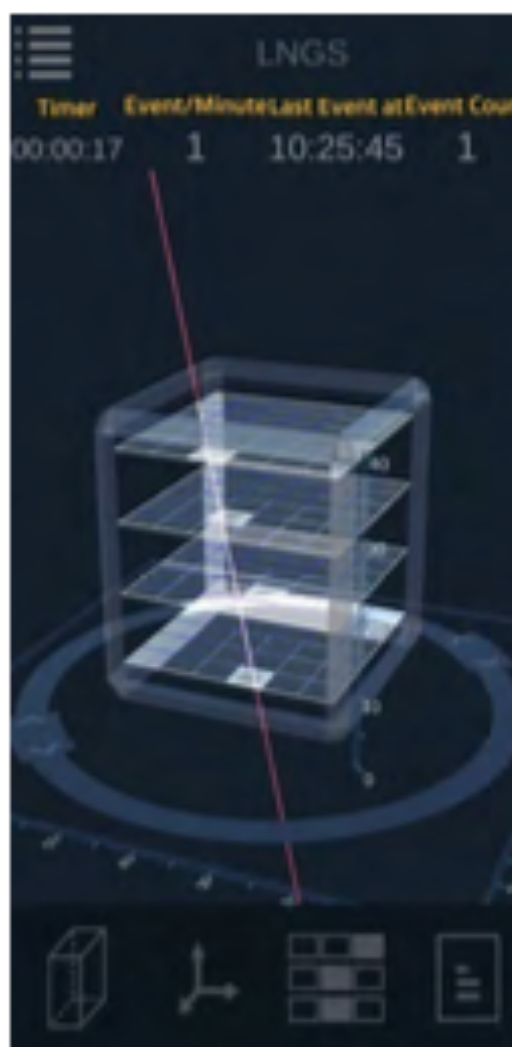


Medindo o fluxo de múons



Discover Cosmic Rays

INTERNATIONAL COSMIC DAY

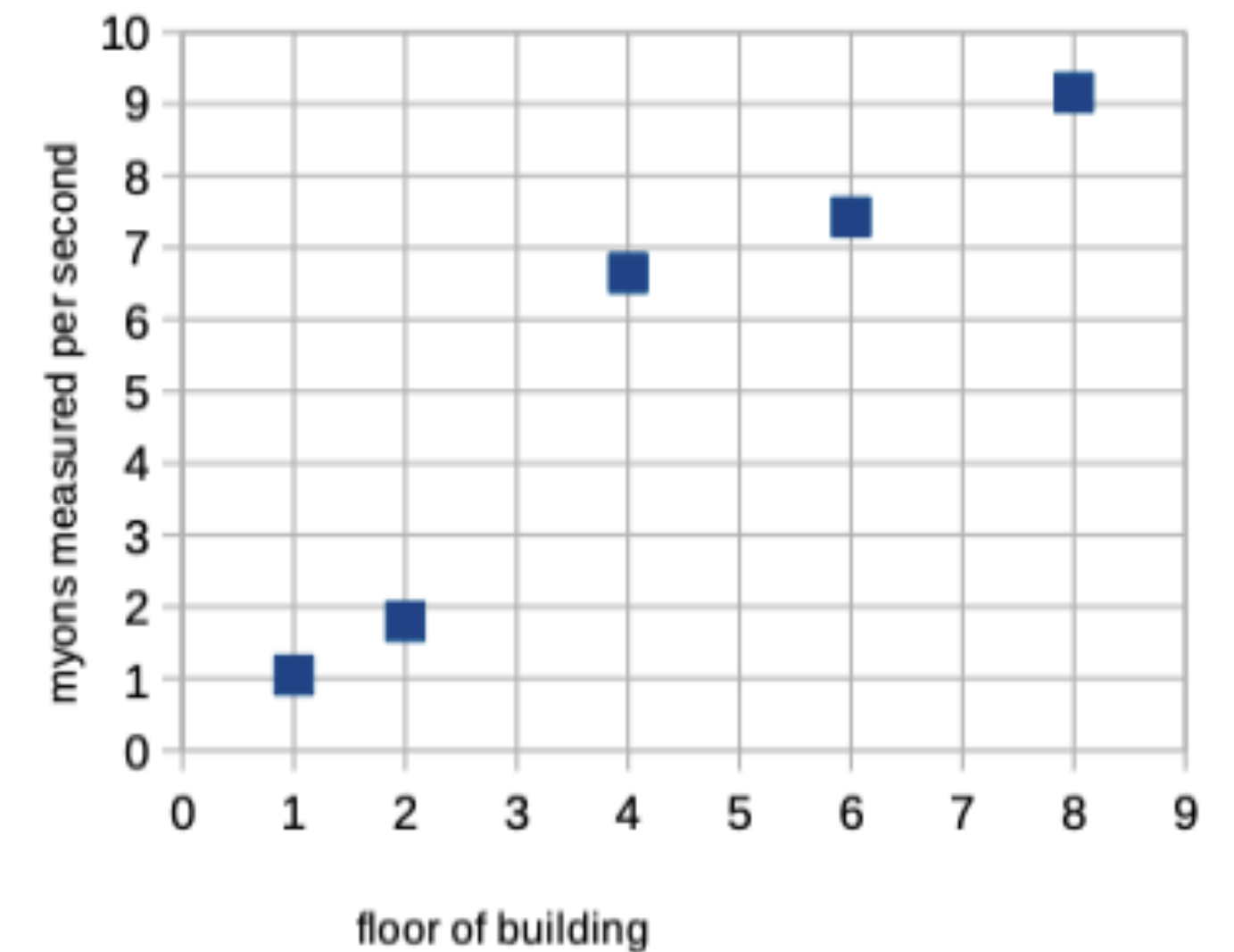


Influence of the Building on the Muon Flux

Three muon detectors are stacked on top of each other and read out in coincidence, so only muons are measured. The detectors are connected to a PC, which records the data and calculates the muon rate. The whole setup is placed on a cart, which we carried through the various floors. On each floor we measured the muon rate for 10 minutes.

On the upper floors we measured more muons passing through the detectors (up to 9 muons per second) than on the lower floors. In the basement we only measured 1 muon per second.

The measured muon rate is higher on the upper floors of the building. That is because some muons, which are coming from space get absorbed by the concrete of the building.



Medindo a distribuição angular de raios cósmicos

- objetivo: investigação da dependência angular de chuviros de partículas induzidos por raios cósmicos
- análises realizadas com detectores nas escolas ou através de acesso a plataformas ([Cosmic@Web](#))
- cada grupo de alunos planeja e realiza a sua investigação



SCHOOL LAB

Zeuthen site

Vacuum Lab

Cosmic Particles

Basics

Experiments

Cosmic@Web

> Online Analysis Tools

> Documentation

> Dataset Descriptions

Scientific Work

Glossar

Material and Links

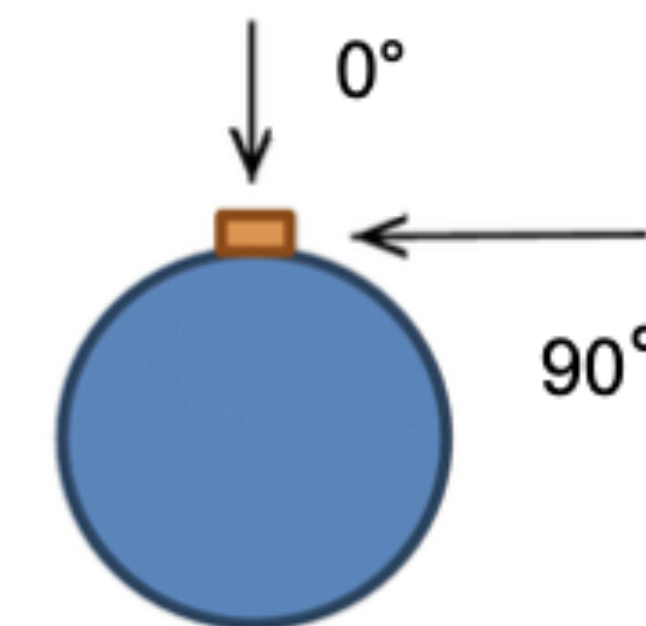
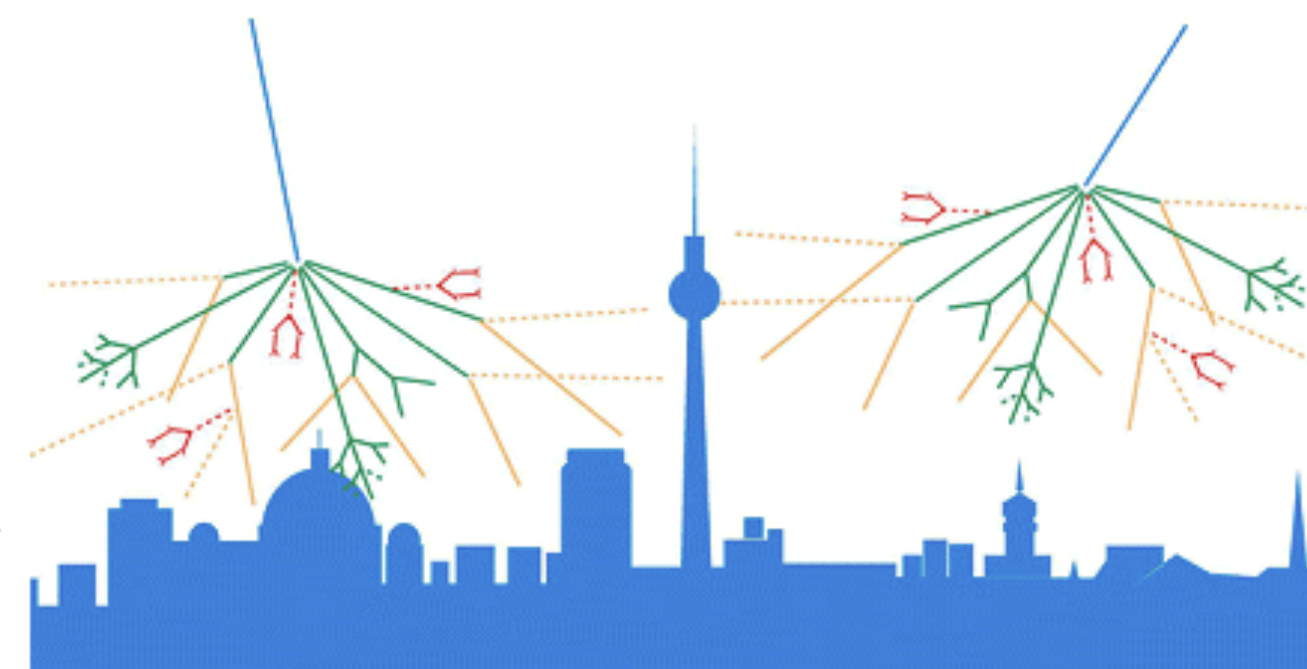
How to reach us

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
A Research Centre of the Helmholtz Association

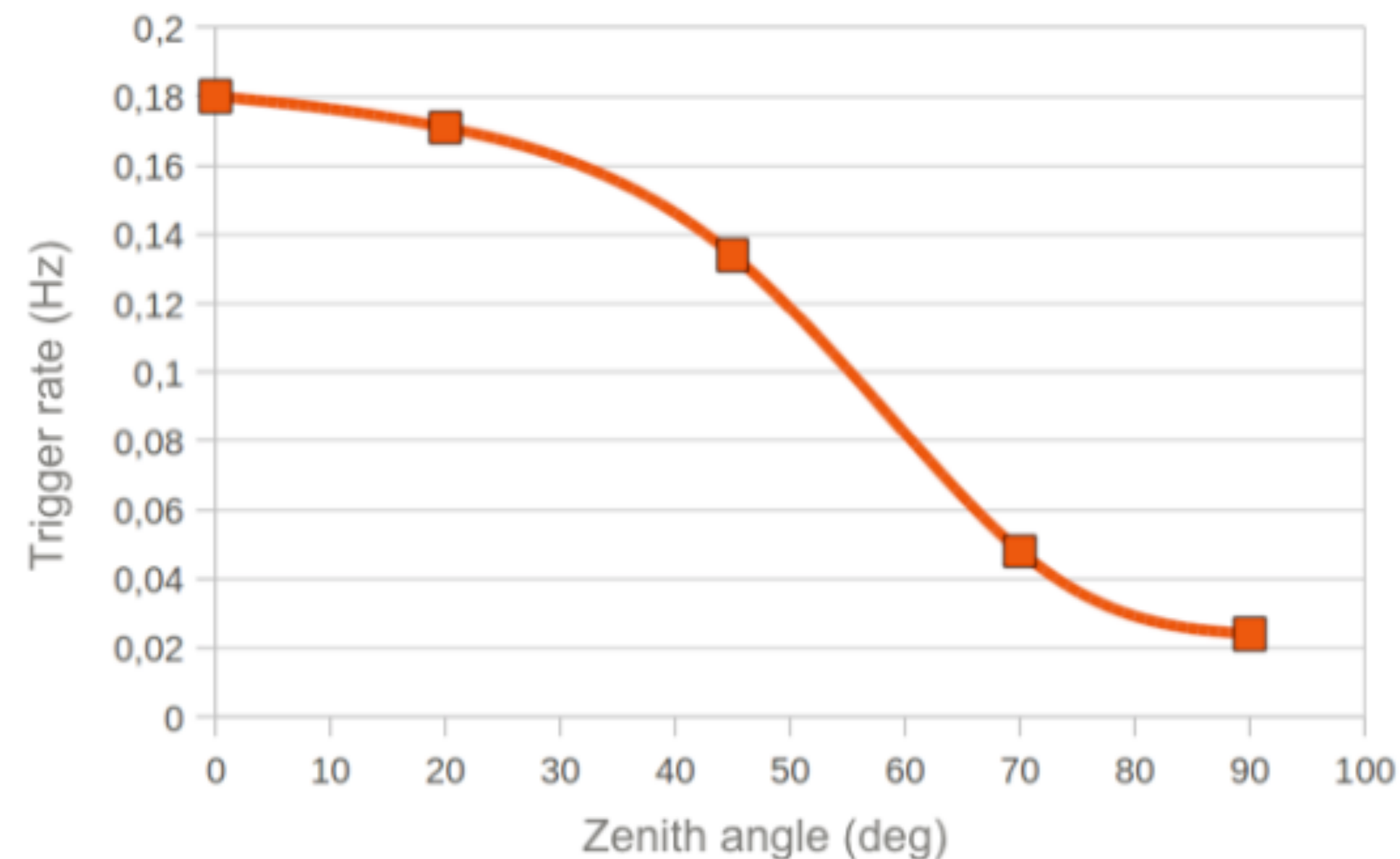
[DESY HOME](#) | [RESEARCH](#) | [NEWS](#) | [ABOUT DESY](#) | [CAREER](#) | [CONTACT](#)

Home / school lab / Zeuthen site / Cosmic Particles / Cosmic@Web

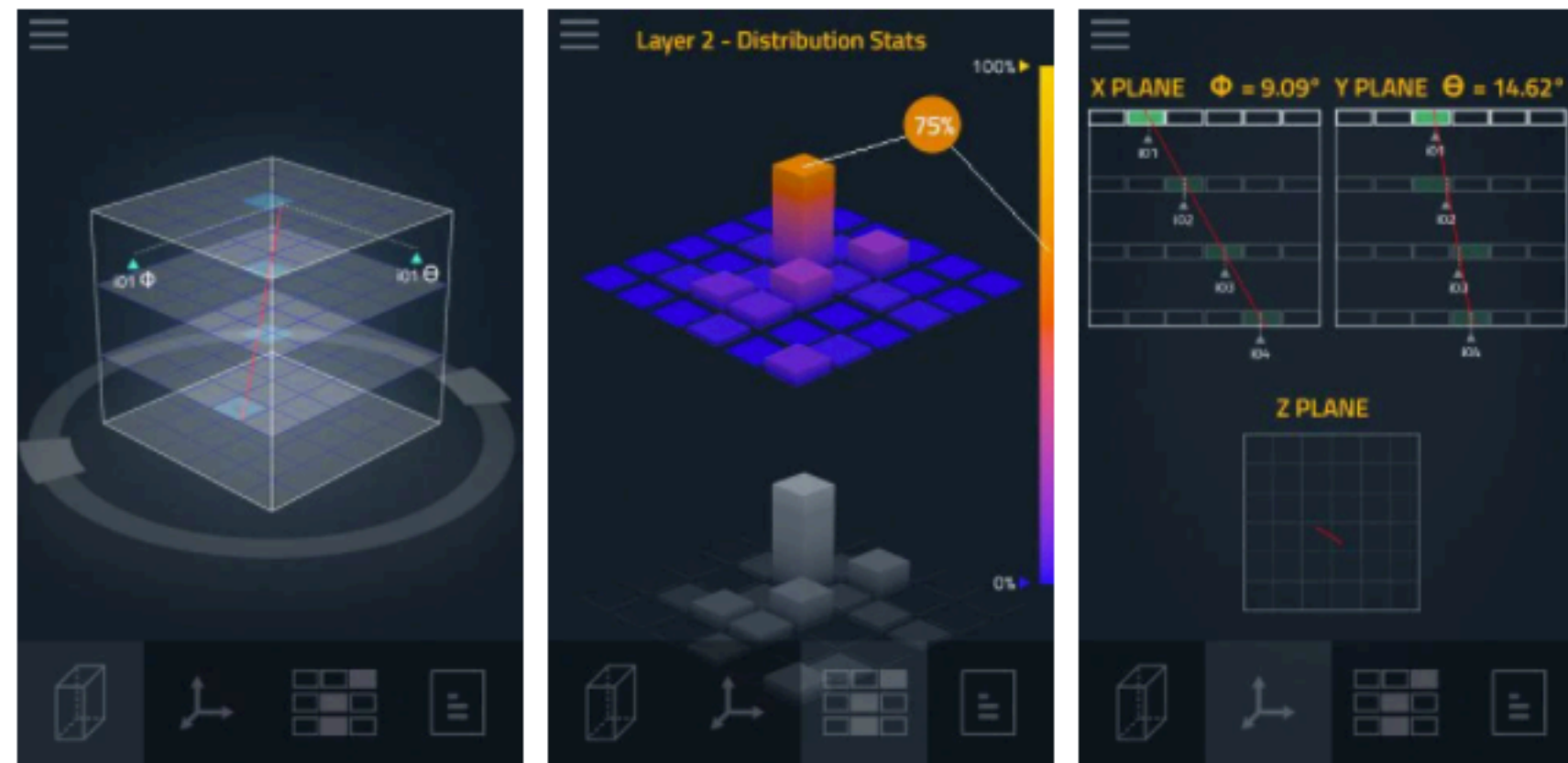
Cosmic@Web - Online Analysis Tools



partículas que chegam perpendiculares à superfície da Terra têm um ângulo de 0° ; as partículas que chegam paralelas à superfície recebem um ângulo de 90°



Medindo a distribuição angular de raios cósmicos

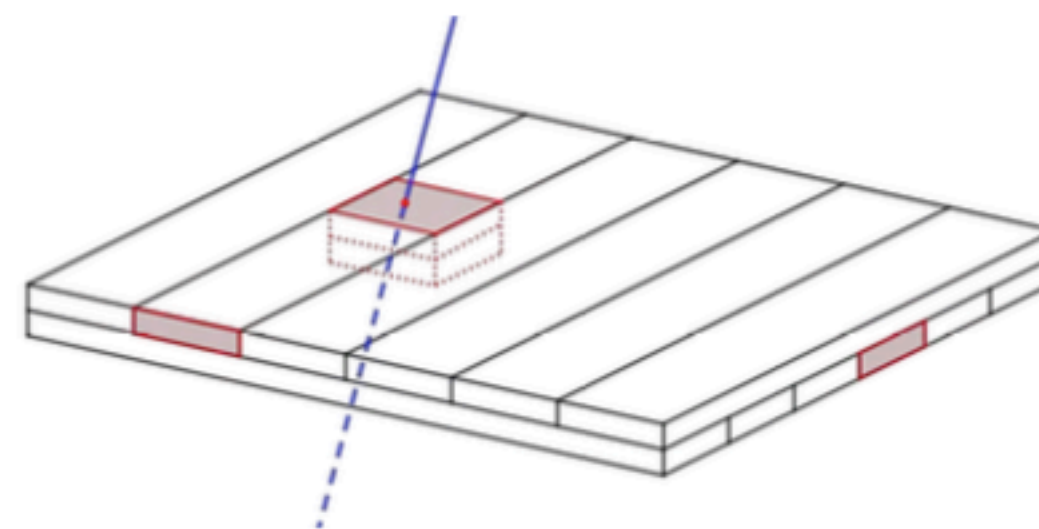


- análise realizada via aplicativo, conectado ao banco de dados do INFN usando o detector "telescópio de múons"



Experimental Setup

In studying the cosmic ray flux, and in particular its angular distribution, we focused on a particular secondary particle: the muon. We used a device called muon telescope: this is a cubic box made out of 4 horizontal planes; each plane has two orthogonal layers of 6 scintillator strips which effectively form a coordinate system.

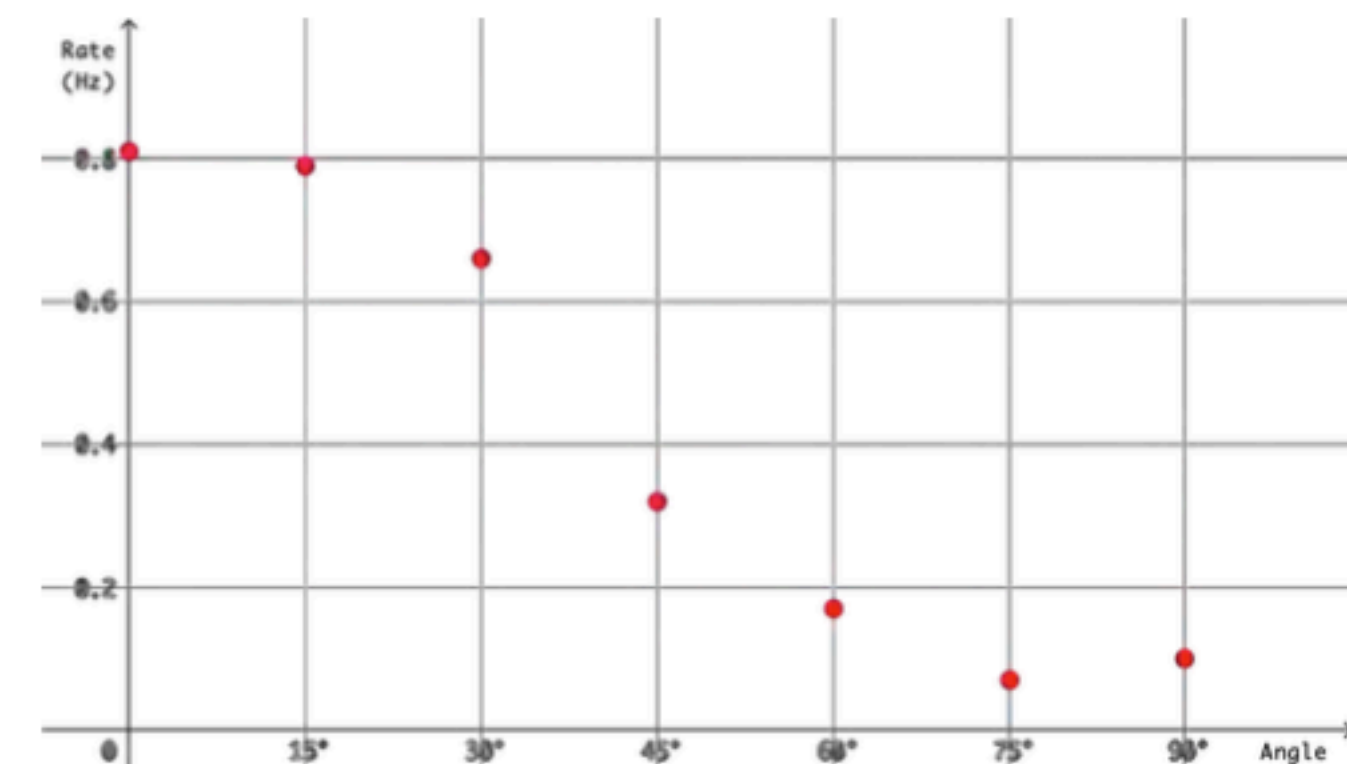


When a muon crosses a couple of scintillator bars, the molecules in the bar get excited and emit photons. The flash of light is then transformed into an electrical signal which lights up a corresponding led in one of the lateral faces of the cubic box. The experiment consisted in counting the number of particles crossing the telescope in one minute, for different angles of the device. For each considered angle, we repeated the count three times (three minutes in total) and then considered the arithmetic mean of the three numbers.

Analysis

The measurements we performed are summed up in the following table and plot. By using Cosmic Rays Live app, we computed the number of events per minute and repeated the experiment three times. Finally, we converted the arithmetic mean of the numbers in the SI unit.

Zenith Angle (°)	Rate (Events/min)			Average rate (Hz)
	Minute 1	Minute 2	Minute 3	
0	53	42	51	0,81
15	49	46	48	0,79
30	41	41	37	0,66
45	16	19	22	0,32
60	9	11	10	0,17
75	3	2	8	0,07
90	9	7	2	0,10



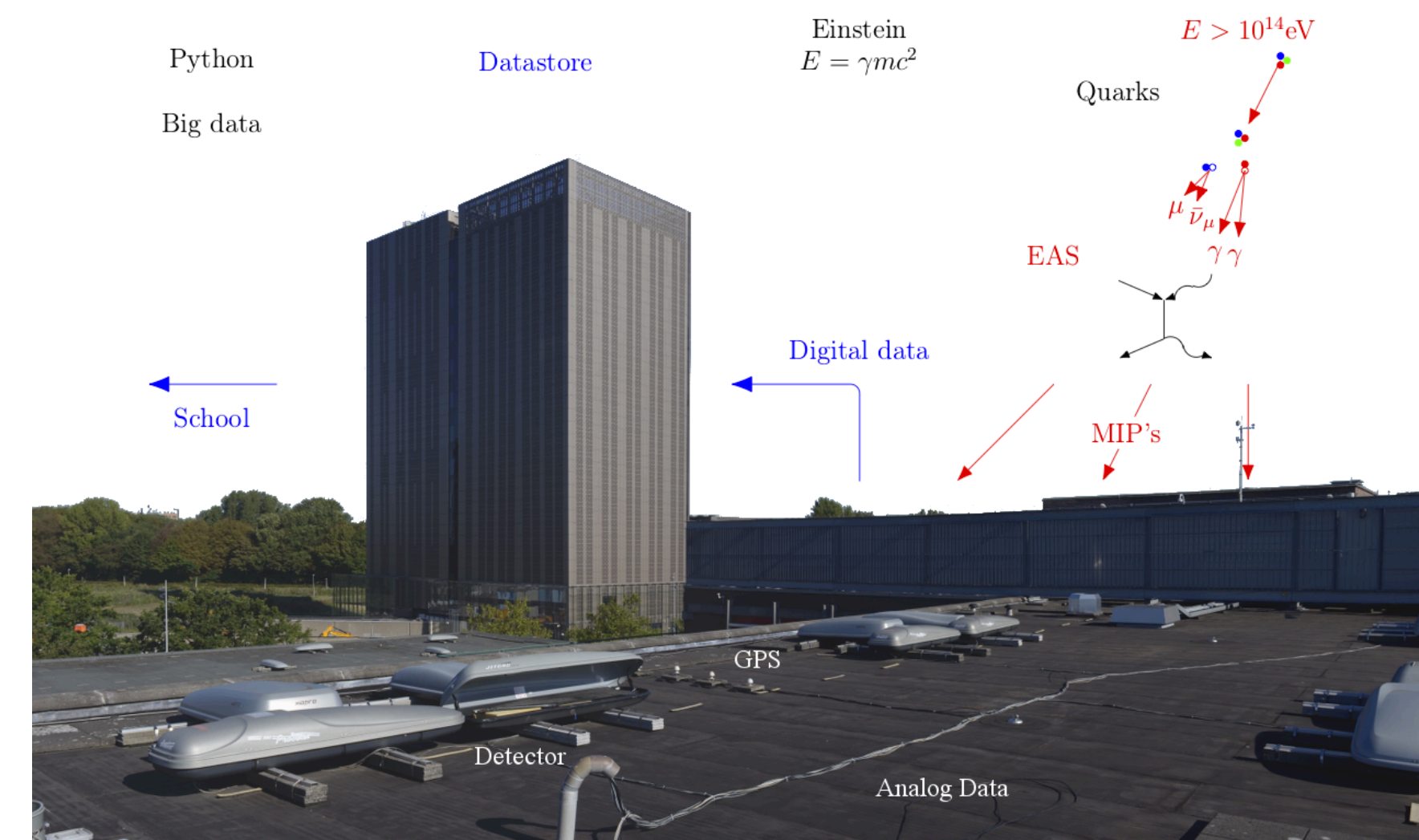
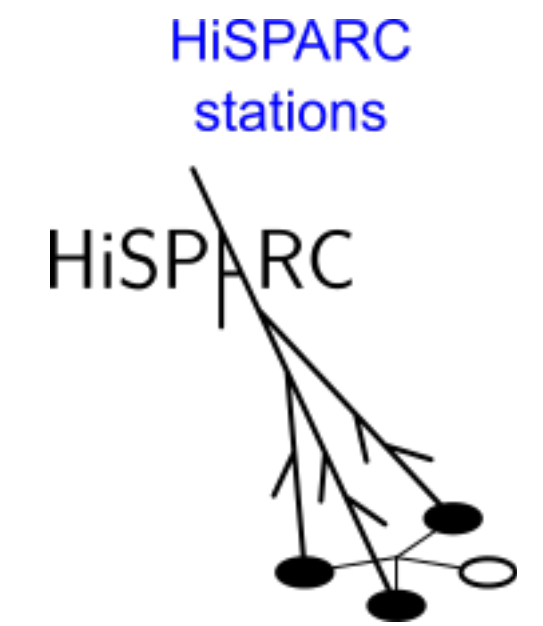
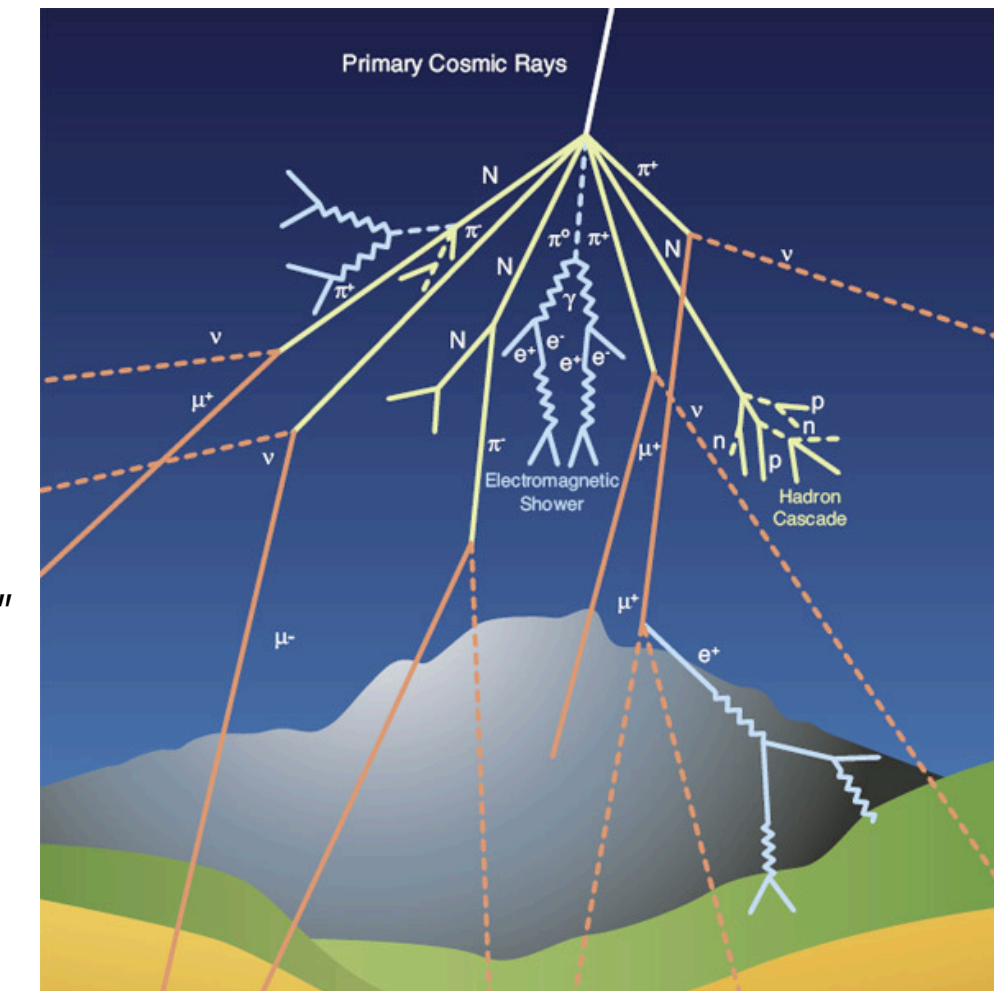
Medindo chuveiros de raios cósmicos

- cascatas de partículas podem atingir uma grande área da superfície da Terra em uma janela de tempo muito curta.

Créditos da imagem: CERN Document Server - "Cosmic rays: particles from outer space"

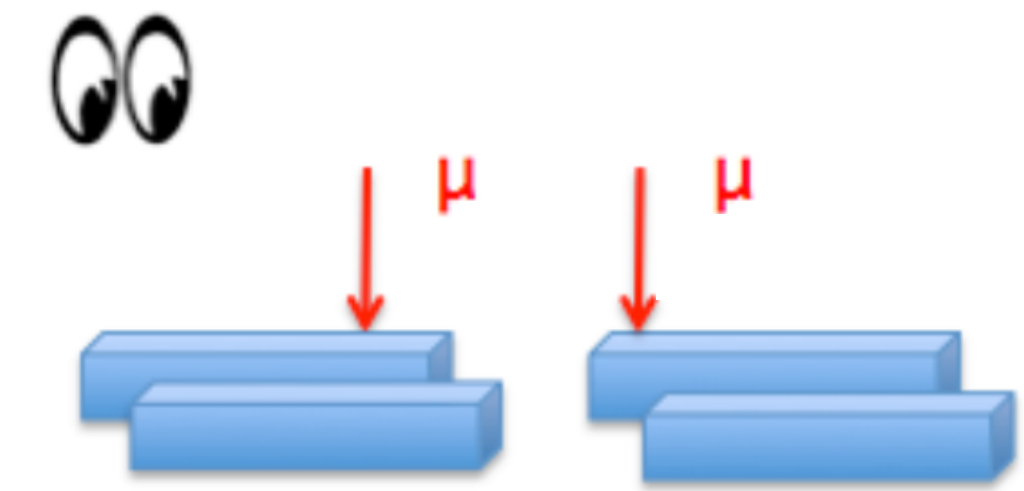
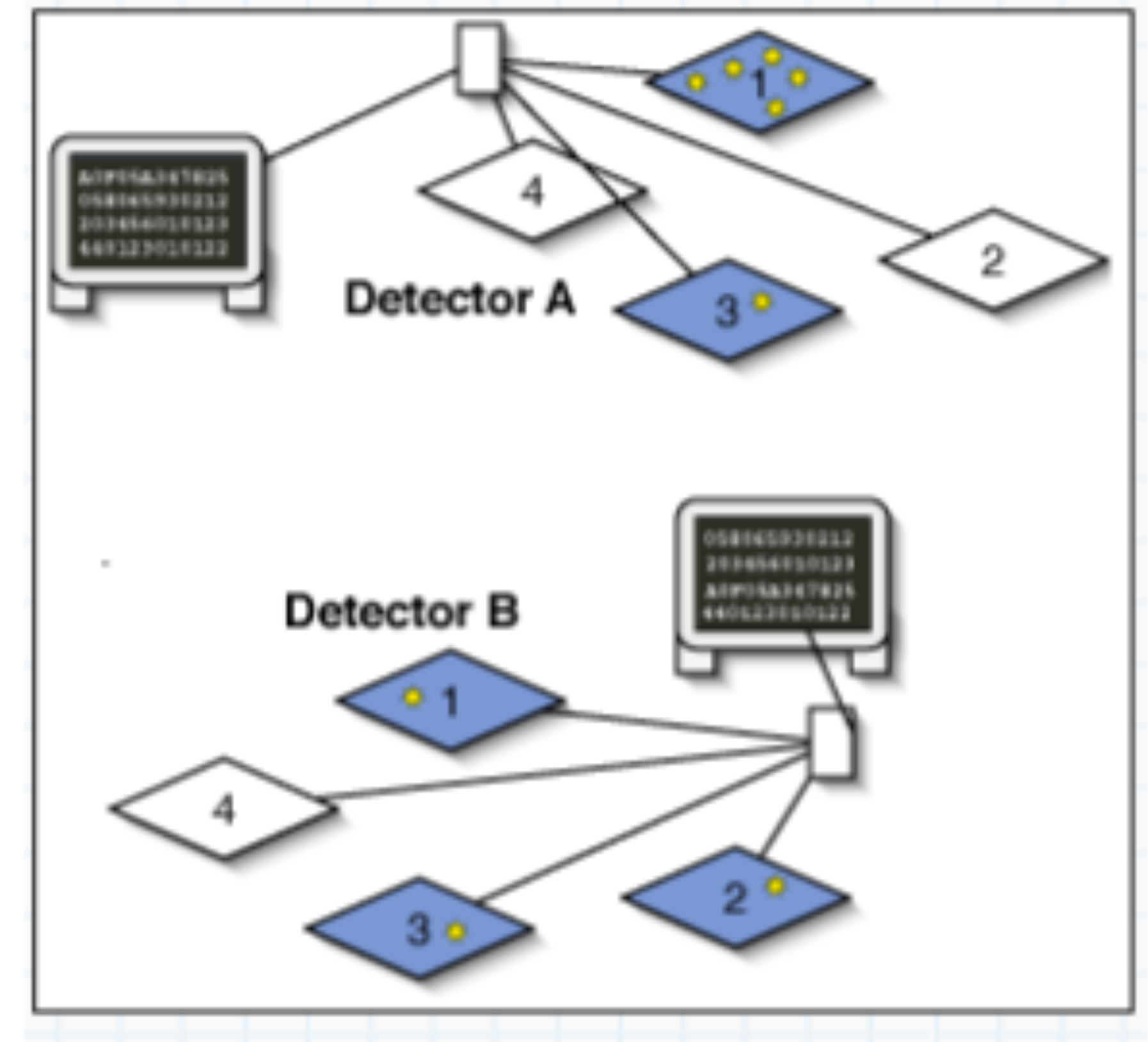
- com o GPS conectado a um sistema de aquisição de dados, o registro do tempo absoluto permite que uma rede de detectores (ao mesmo tempo e em diferentes escolas) possam estudar os chuveiros de raios cósmicos.

- estudantes podem procurar por pequenos chuveiros em seus próprios detectores ou colaborar com outras escolas na área para procurar chuveiros maiores



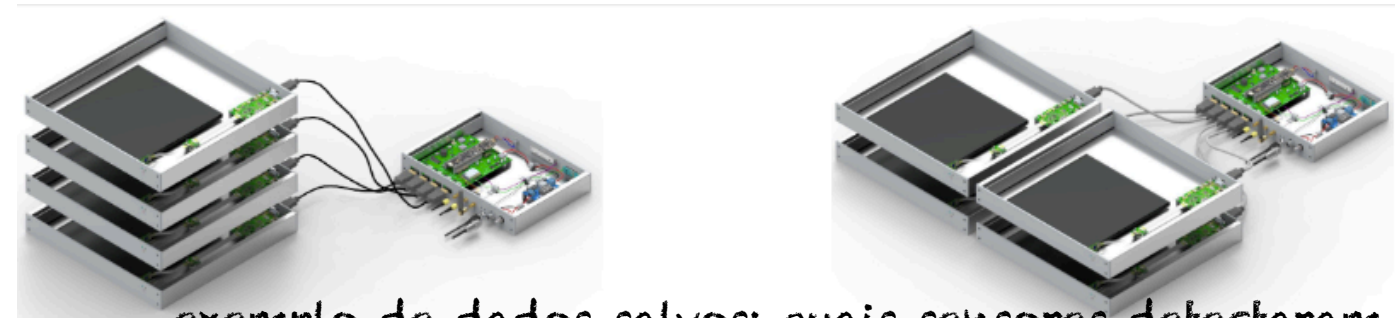
Medindo chuveiros de raios cósmicos

- a origem dos raios cósmicos de altas energias pode ser investigada por várias escolas
- condições de realização do experimento:
 - realizar tomada de dados ao mesmo tempo;
 - se forem observadas coincidências entre sinais nos detectores de diferentes escolas é provável que partículas que são parte de um mesmo chuveiro atmosférico estão sendo detectadas
 - os detectores são dispostos cobrindo uma área de aproximadamente $0,5 \text{ m}^2$ e os dados são tomados por um período de 24 horas.

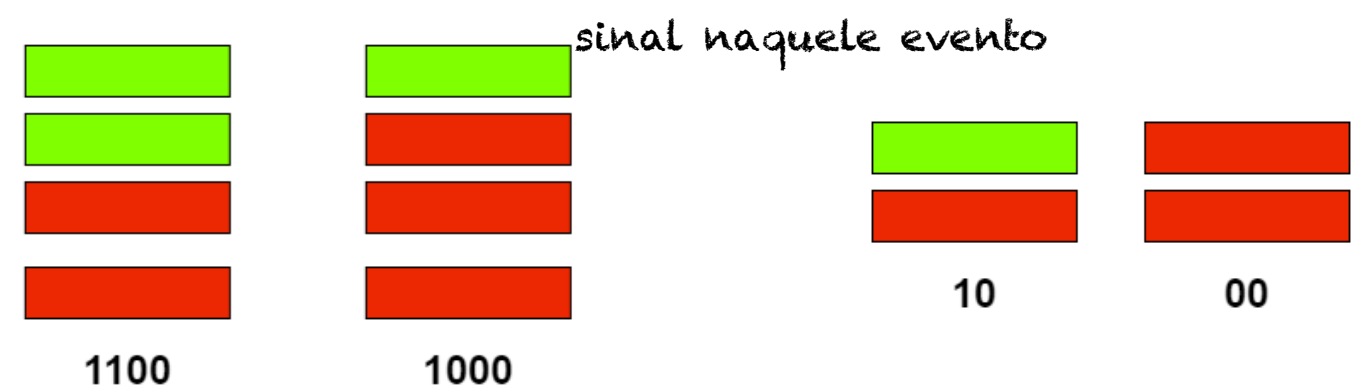


Detectors, processos de interação
da radiação com a matéria,
sistema de aquisição de dados ...

Detector "Cosmic"



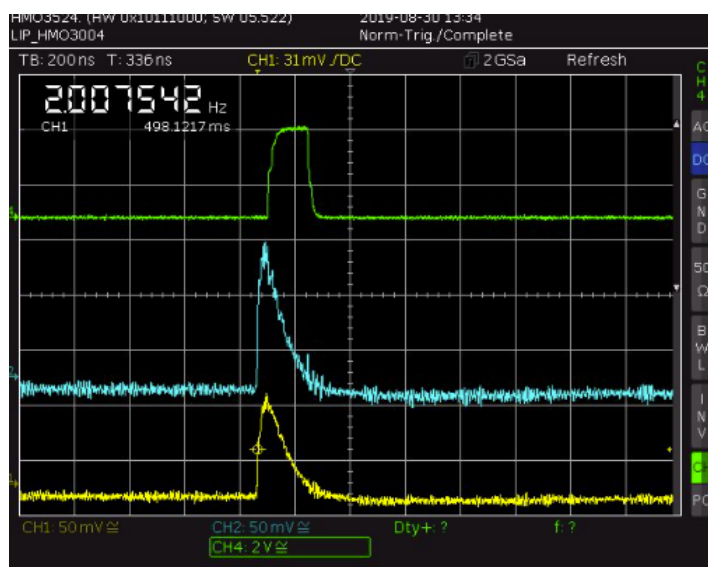
exemplo de dados salvos: quais sensores detectaram um



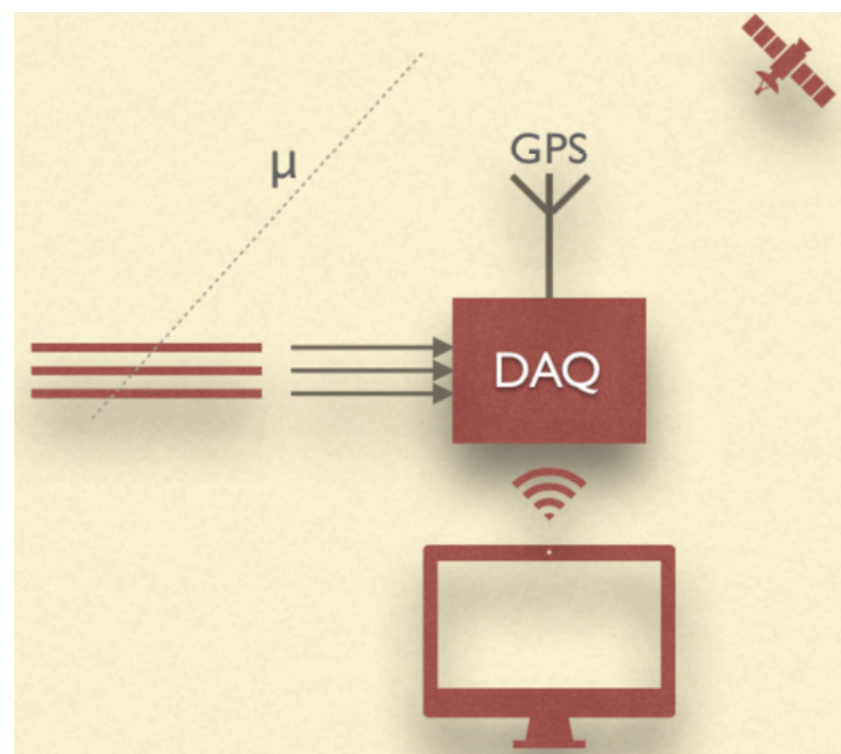
coincidência de sinais

sinal do SiPM

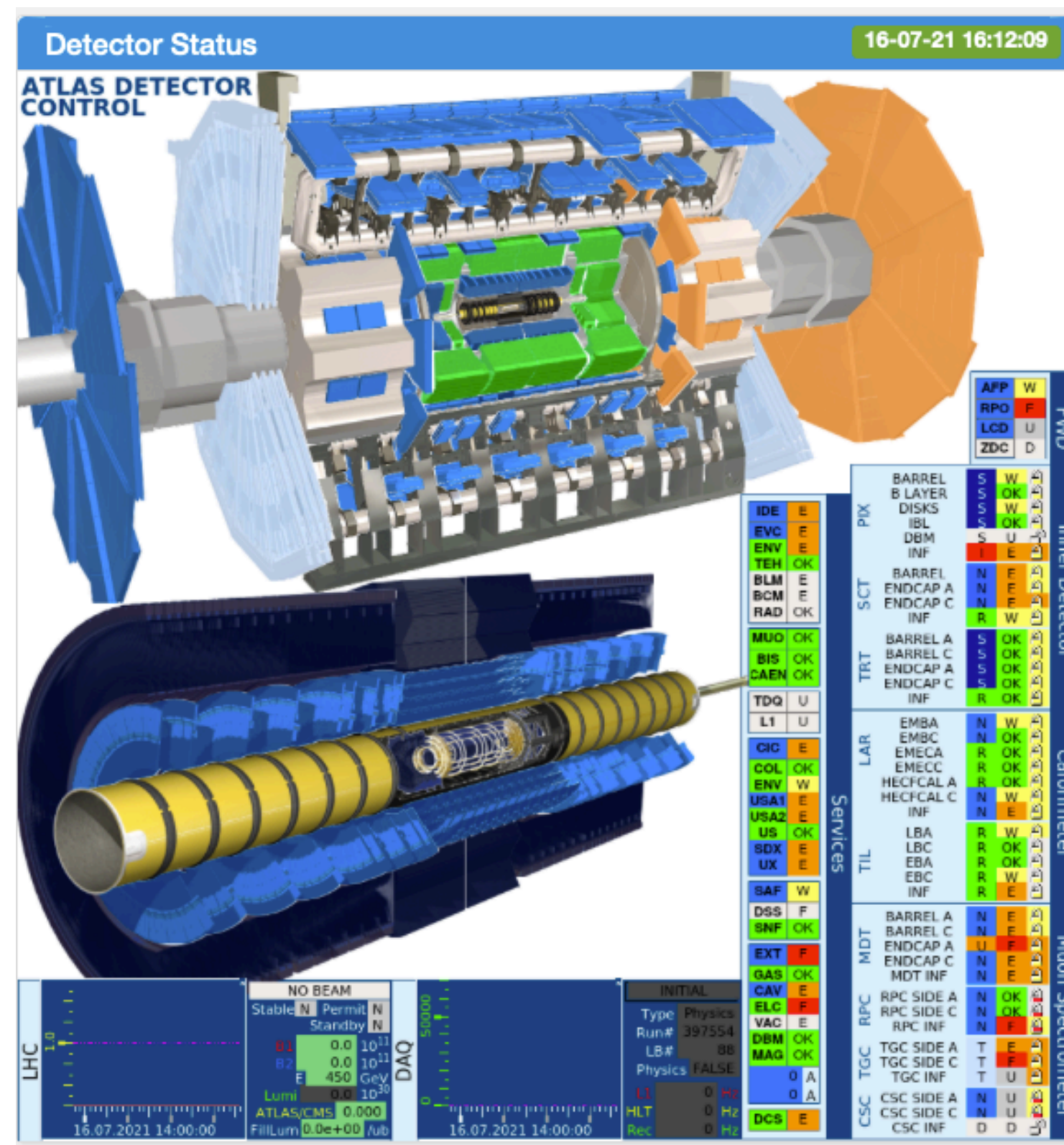
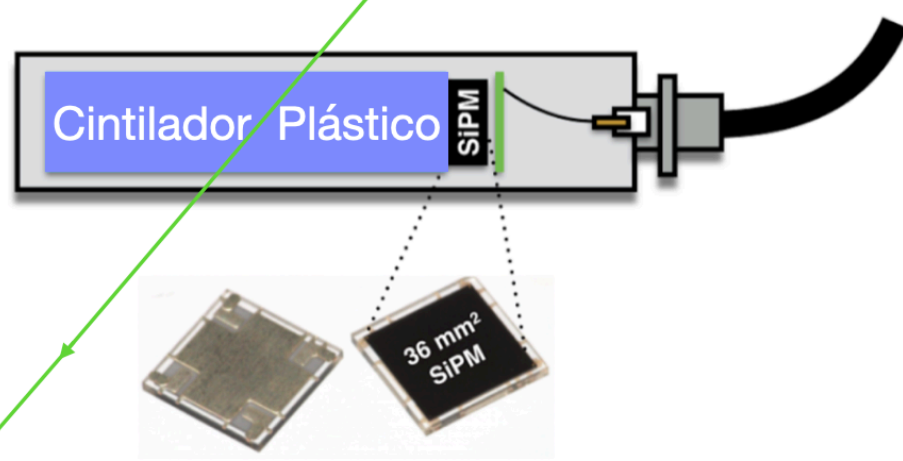
sinal do SiPM



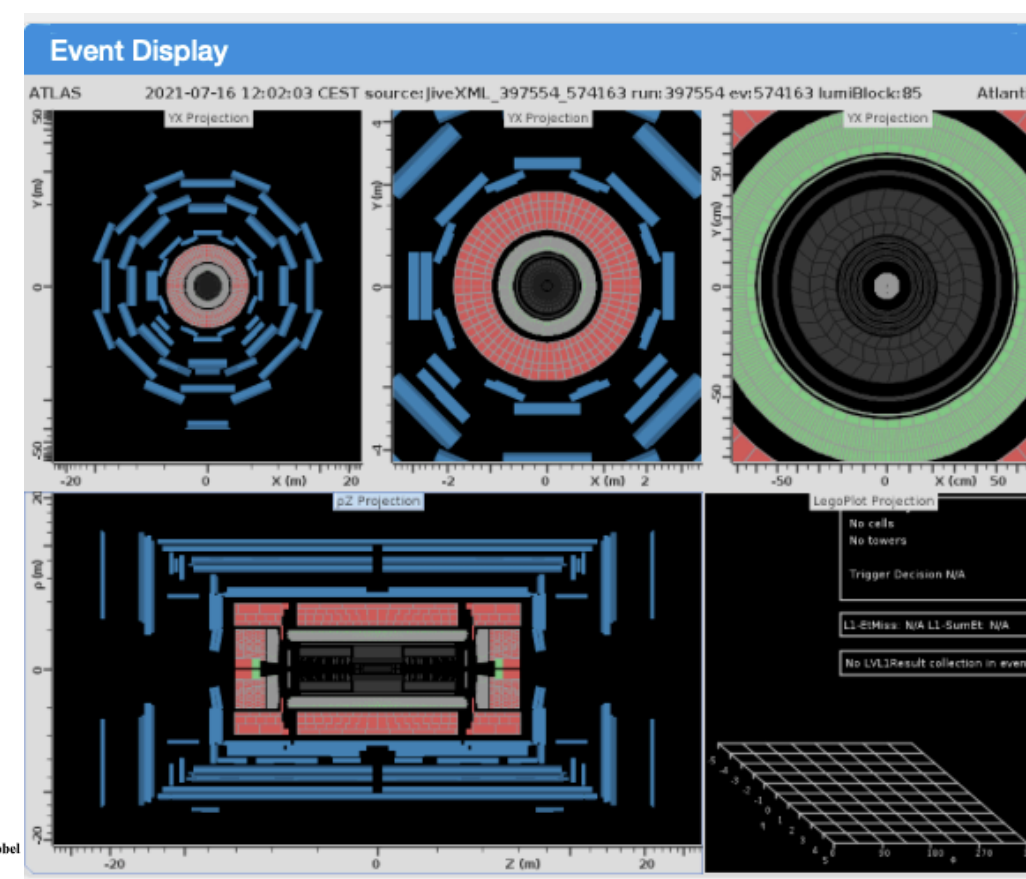
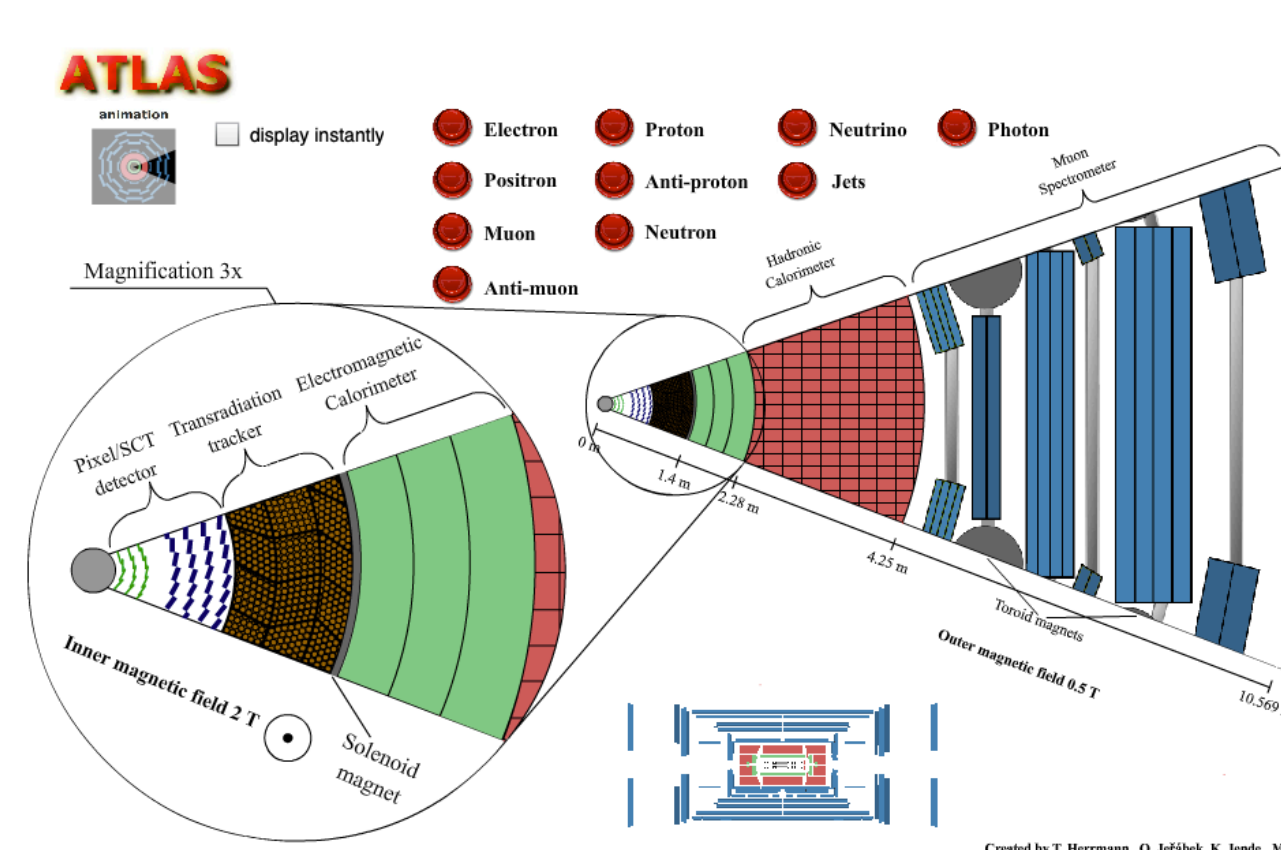
- instante em que ocorreu o disparo de registro do evento (trigger)
- sensores que detectaram o evento
- ID e posição da estação
- largura do sinal
- número de eventos detectados
- informações extras do GPS
- cosmic block, run number...



μ Múon cósmico



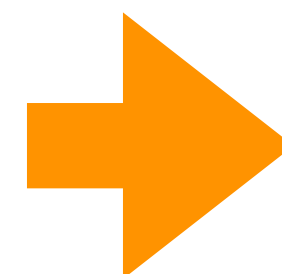
Detector ATLAS



Acessando o ambiente de
análise de dados do "Cosmic"

- Atividades
- Atividades em Jupyter
- Fluoresc3ncia
- Diodos
- fotosensores

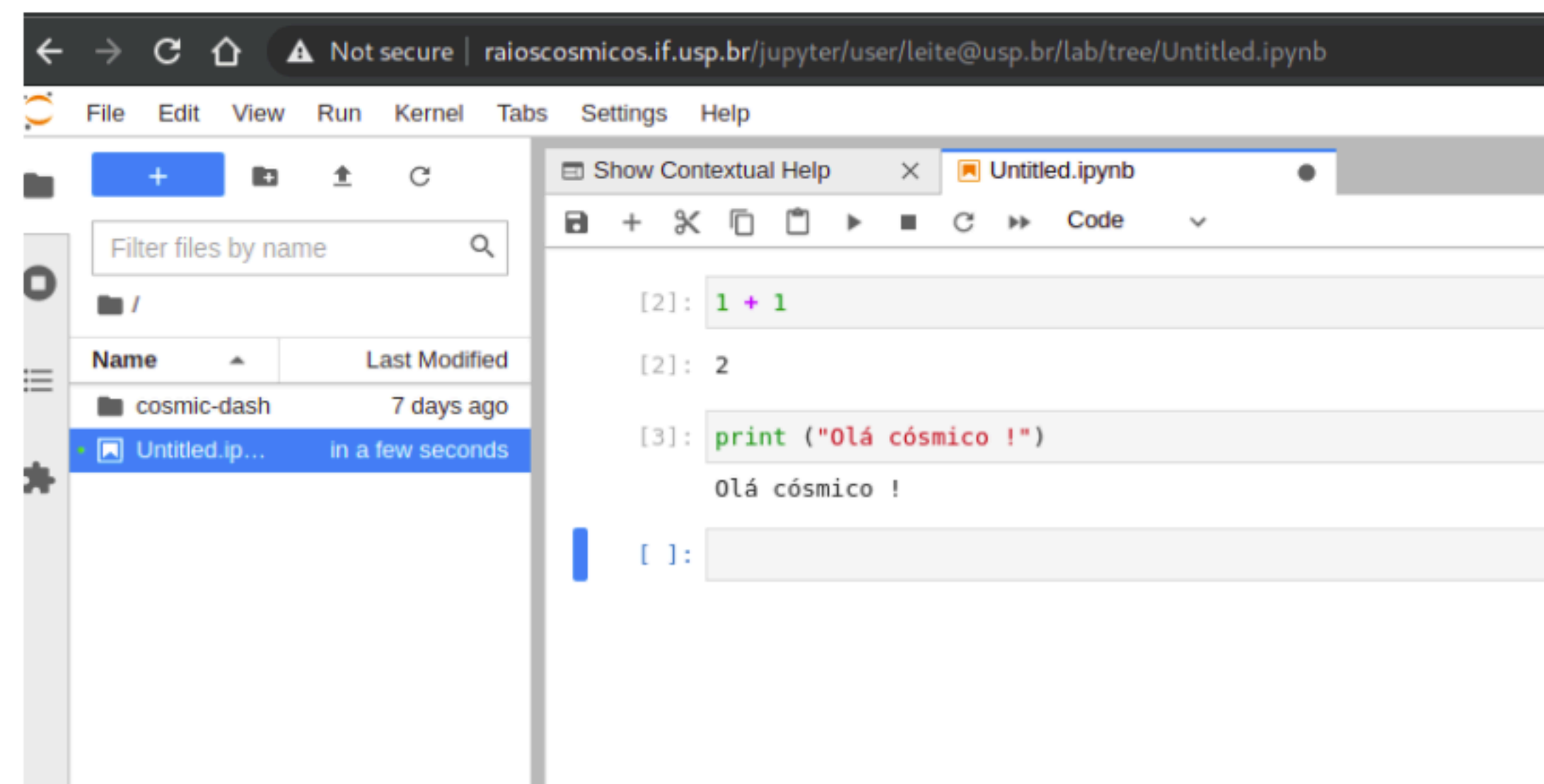
Atividades em Jupyter



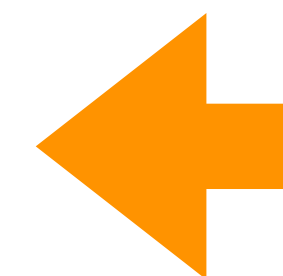
<https://raioscosmicos.gitlab.io/docs/Atividades/atividades>

O **Jupyter** 3 um ambiente de programa33o que pode ser hospedado remotamente em um servidor. Este ambiente tem acesso 3 base de dados que armazena as informa333es coletadas pelas esta333es de medidas nas escolas. Para saber um pouco mais sobre o JupiterLab [clique aqui \(em ingl3s\)](#).

Ao entrar no ambiente de an3lise, estudantes t3m acesso 3s atividades de an3lise interativas colocadas em "cadernos de exerc3cios virtuais" (**notebooks**). Os **notebooks** s3o interessantes porque integram, na mesma tela, as instru333es para realizar as atividades e os exerc3cios.



A tela do Jupyter em seu navegador de internet



caixas de "di3logo" com dicas e notas

DICA 1
Para realizar as atividades dos **notebooks** n3o 3 preciso saber nada de programa33o !

DICA 2
Mas isso n3o impede que, no futuro, voc3 possa olhar para al3m dos **notebooks** e construir os seus pr3prios programas de an3lise.

Como todo o processamento 3 feito no servidor, qualquer tipo de computador com acesso 3 internet, sendo ele "potente" ou n3o, consegue acessar as atividades. Embora n3o seja pr3tico pelo tamanho da tela e teclado, at3 mesmo de um celular 3 poss3vel acessar o ambiente de an3lise !

Para acessar nosso servidor [clique aqui](#)

NOTA
Para ter acesso ao ambiente de programa33o do Jupyter 3 necess3rio solicitar o acesso. Pergunte ao seu professor ou professora como solicitar o acesso.

NOTA
Suas atividades s3o sempre salvas no servidor. Cada estudante possui uma 3rea exclusiva.

Atividades experimentais

Atividades

Atividades em Jupyter

Fluoresc3ncia

Diodos

fotosensores

Lista (proposta) de atividades (clique para expandir)

▼ Bloco 1 : An3lise

- Atividade 0 : Explorando o notebook do JupyterLab
- Atividade 1 : Histogramas
- Atividade 2 : Entendendo as condi33es de opera33o do experimento
- Atividade 3 : Explorando os dados
- Atividade 4 : Determinando fluxo de raios c3smicos da sua esta33o
- Atividade 5 : Integrando os dados de duas esta33es
- Atividade 6 : Influ3ncia das condi33es clim3ticas no fluxo de raios c3smicos
- Atividade 7 : Distribu33o angular do fluxo de raios c3smicos
- Atividade 8 : Selecionando os eventos de raios c3smicos

▼ Bloco 2: Operando o detector

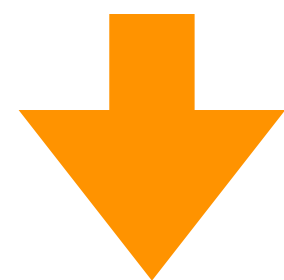
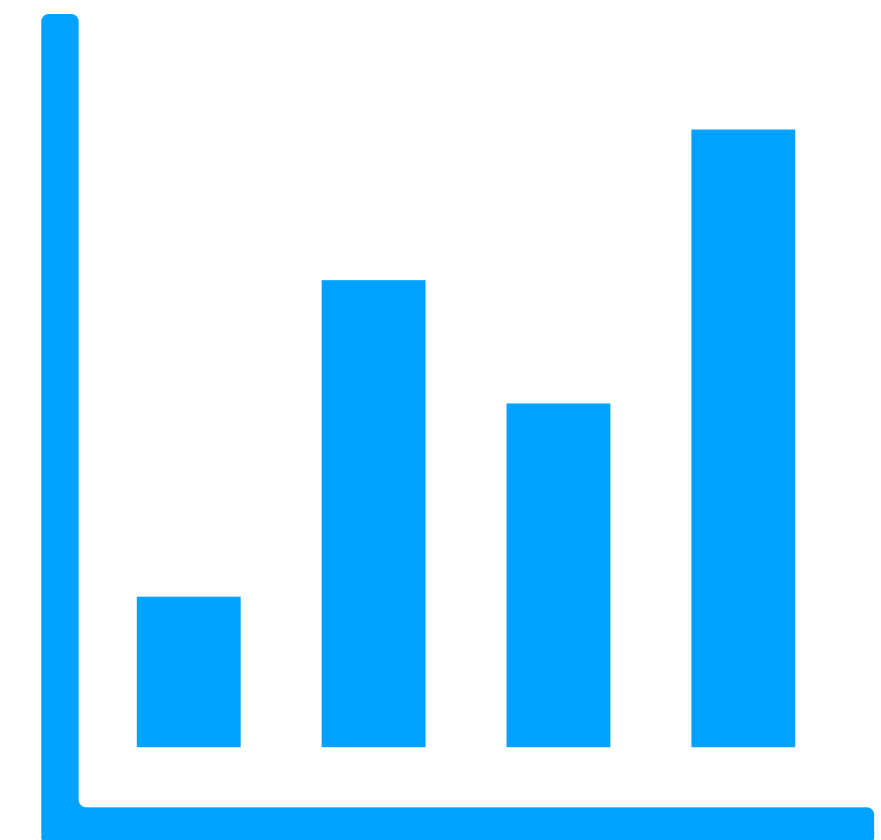
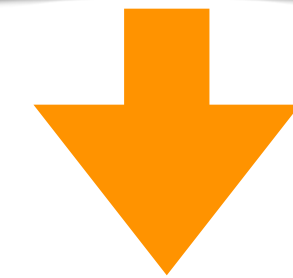
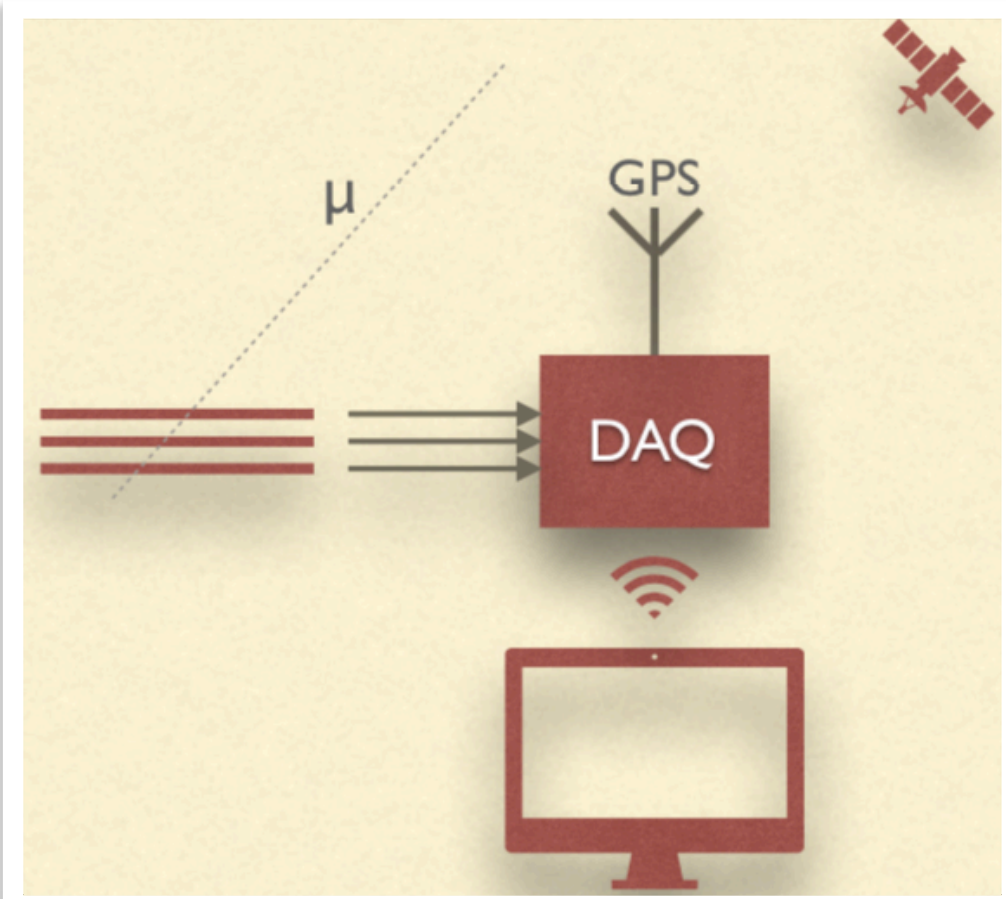
- Atividade 1 : Entendendo o detector
- Atividade 2 : Como eu sei que o que estou detectando s3o raios c3smicos?
- Atividade 3 : Calibra33o do detector
- Atividade 4 : Operando uma esta33o de raios c3smicos

▼ Bloco 3: An3lise dos dados gerados por Monte Carlo

- Atividade 1 : O que 3 uma simula33o ?
- Atividade 2 : O que est3 na minha simula33o ?
- Atividade 3 : Visualiza33o e an3lise dos eventos.

▼ Bloco 3: Atividade permanentes

- Atividade 1 : Monitoramento do experimento



β22.2469171289946 4em
91.17066832059764 e
20.411971497551942 m
90.1651314931529 e
0.13287506753710762 e
89.11465938179312 e
146.80045786662467 4em
14.772764574057177 e
91.43186076649428 m
2.2073028705535687 e

Explorando "Jupyter"



Install About Us Community Documentation NB



Project Jupyter exists to develop open-source software, open-standards, and services for interactive computing across dozens of programming languages.

JupyterLab: Jupyter's Next-Generation Notebook Interface

JupyterLab is a web-based interactive development environment for Jupyter notebooks, code, and data. JupyterLab is flexible: configure and arrange the user interface in workflows in data science, scientific computing, and machine learning. JupyterLab is extensible and modular: write plugins that add new components and integrate with existing ones.

[Try it in your browser](#) [Install JupyterLab](#)

```
np.random.seed(1234)
n = 2000
x = np.linspace(0.0, 10.0, n)
y = np.cumsum(np.random.randn(n)*10).astype(int)

# create a pyplot figure
fig_hist = plt.figure(title='Histogram')
hist = plt.hist(y, bins=25)
fig_hist
```

Navigation

line style
dashed

Histogram

Line Chart

JupyterLab: Jupyter's Next-Generation Notebook Interface

JupyterLab is a web-based interactive development environment for Jupyter notebooks, code, and data. JupyterLab is flexible: configure and arrange the user interface to support a wide range of workflows in data science, scientific computing, and machine learning. JupyterLab is extensible and modular: write plugins that add new components and integrate with existing ones.

Atividade 0



[Try it in your browser](#)

[Install JupyterLab](#)

Aprendendo sobre histogramas

File Edit View Run Kernel Tabs Settings Help

Atividade1.ipynb cosmic.py data.csv histoPart1step1.png Python 3

```
[1]: import cosmic
```

Primeira Atividade - Medida de Fluxo de raios cósmicos

1 Histogramas: princípios

Um histograma é uma representação aproximada da distribuição de dados numéricos: um gráfico que mostra a frequência ou o número de vezes que algo acontece em um intervalo específico.

Os cientistas usam histogramas para analisar dados. Em particular, os físicos de partículas utilizam histogramas para representar eventos de processos bem conhecidos ou procurar eventos raros (quando a probabilidade de ocorrência de uma determinada interação é muito pequena) em um conjunto de dados coletados. No caso de eventos raros, os físicos de partículas coletam grandes quantidades de dados na esperança de encontrar essa interação como uma pequena saliência no histograma. Nesta atividade, você construirá histogramas e os usará para analisar e interpretar os dados coletados pelo nosso detector

Parte 1 - aprendendo sobre histogramas

De que precisamos?

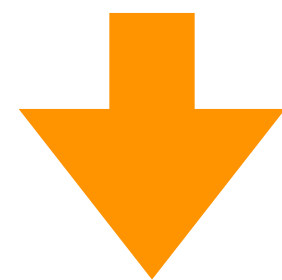
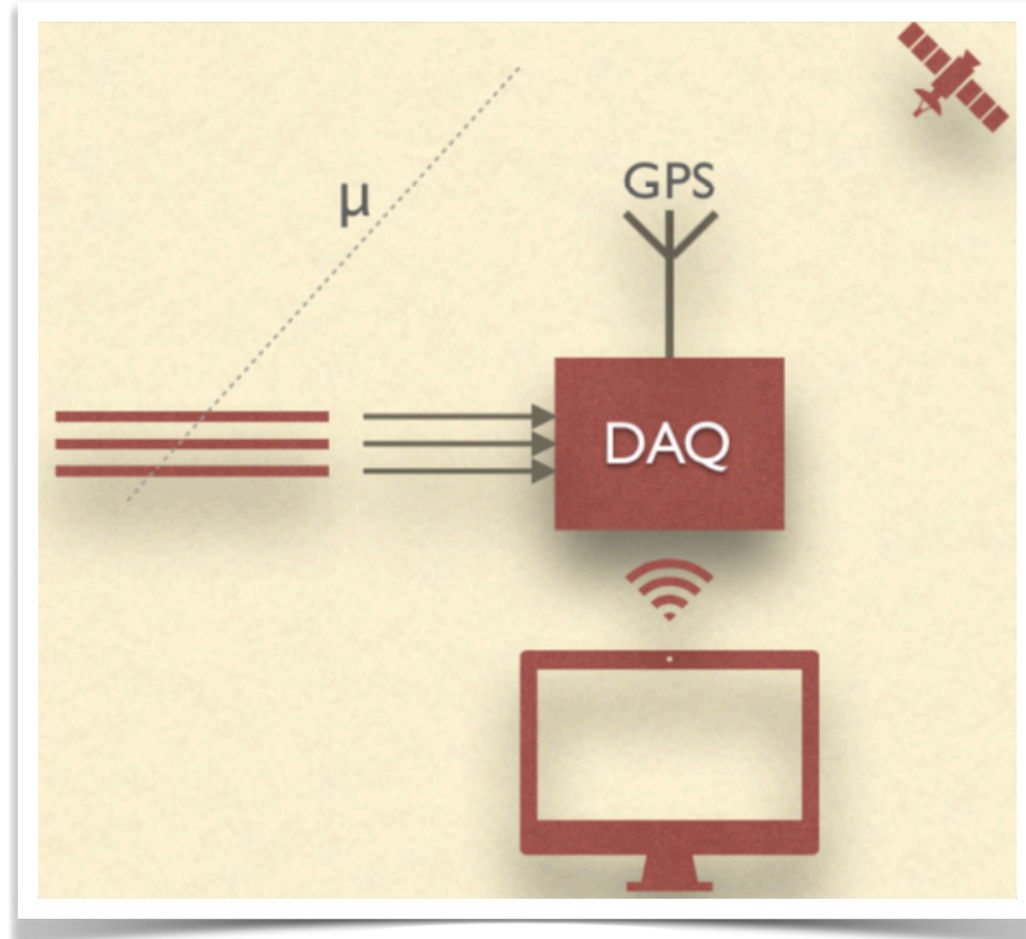
- Régua.
- Folha de papel
- Dados: um proprietário de uma pequena empresa quer presentear os filhos dos funcionários para a festa de Natal. Assim, ele pergunta para cada um deles a idade(s) do(s) filho(s) para poder organizar a lista de presentes, recebendo como resposta as seguintes idades:

1	2	6	7	12	13	2	6	9	5
18	7	3	15	15	4	17	1	14	5
4	16	4	5	8	6	5	18	5	2
9	11	12	1	9	2	10	11	4	10
9	18	8	8	4	14	7	3	2	6

Atividade 1

A seguir, as instruções que o proprietário adotou para construir um histo-grama.

Dados coletados por uma estação



```

β22.2469171289946 4em
91.17066832059764 e
20.411971497551942 m
90.1651314931529 e
0.13287506753710762 e
89.11465938179312 e
146.80045786662467 4em
14.772764574057177 e
91.43186076649428 m
2.2073028705535687 e
    
```

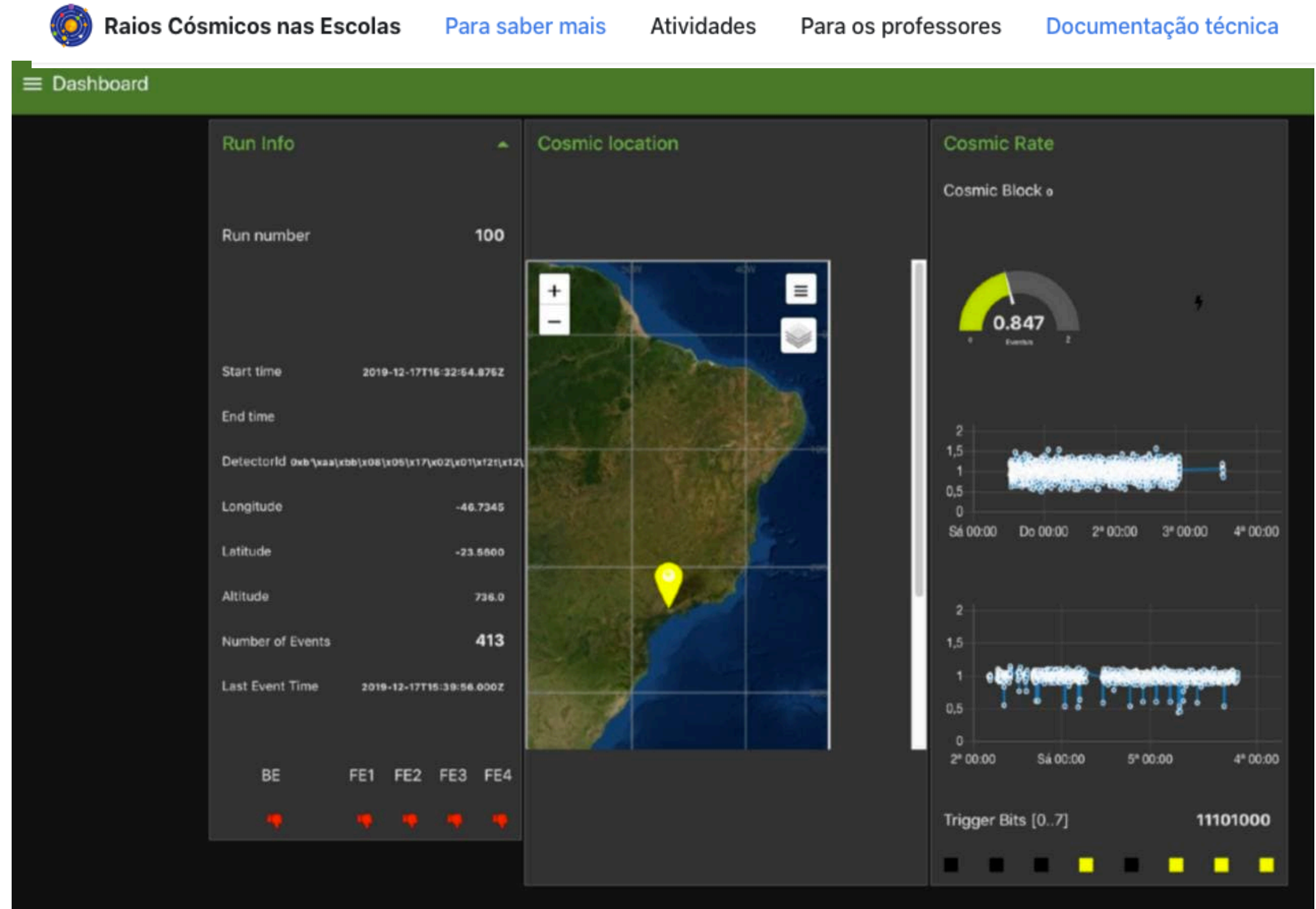
	CosmicBlock	CounterClocks	DetectorId	EventCounter	EventNumber	Format	RunNumber	TDC	Time
1	2	718687488	0	1875903232	109491	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
2	2	485350144	0	1892680448	109492	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
3	2	1133446913	0	1909457664	109493	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
4	2	1741200640	0	1926234880	109494	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
5	2	4080291072	0	1943012096	109495	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
6	2	4053706752	0	1959789312	109496	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
7	2	3929224704	0	1976566528	109497	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
8	2	2586099968	0	1993343744	109498	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
9	2	3165243392	0	2010120960	109499	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
10	2	313417728	0	2026898176	109500	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
11	2	314099456	0	2043675392	109501	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
12	2	1150994176	0	2060452608	109502	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
13	2	1458563072	0	2077229824	109503	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
14	2	1525222145	0	2094007040	109504	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
15	2	1741080320	0	2110784256	109505	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
16	2	1303219968	0	2127561472	109506	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
17	2	3454673152	0	2144338688	109507	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
18	2	4008518144	0	2161115904	109508	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
19	2	1394596864	0	2177893120	109509	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
20	2	1303219968	0	2194670336	109510	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
21	2	1597811456	0	2211447552	109511	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
22	2	1507795200	0	2228224768	109512	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
23	2	1198540032	0	2245001984	109513	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
24	2	1394549248	0	2261779200	109514	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
25	2	2389776384	0	2278556416	109515	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
26	2	975113217	0	2295333632	109516	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
27	2	2020478464	0	2312110848	109517	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
28	2	1198540032	0	2328888064	109518	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
29	2	3197584384	0	2345665280	109519	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
30	2	2212613120	0	2362442496	109520	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
31	2	3671372032	0	2379219712	109521	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
32	2	1704041216	0	2395996928	109522	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13
33	2	703373312	0	2412774144	109523	1	12345	{'1': {'Calib': [None, N...	1989-09-29 13

Atividade 2

Atividade 3

Monitoramento

- Coleta de dados
 - frequência de eventos
 - posição da estação
 - sensores
- Ajuste de parâmetros
 - tensão de polarização dos SiPMs
 - seleção dos bits de trigger
- Infraestrutura dos servidores
 - CPU, memória, rede
 - usuários conectados



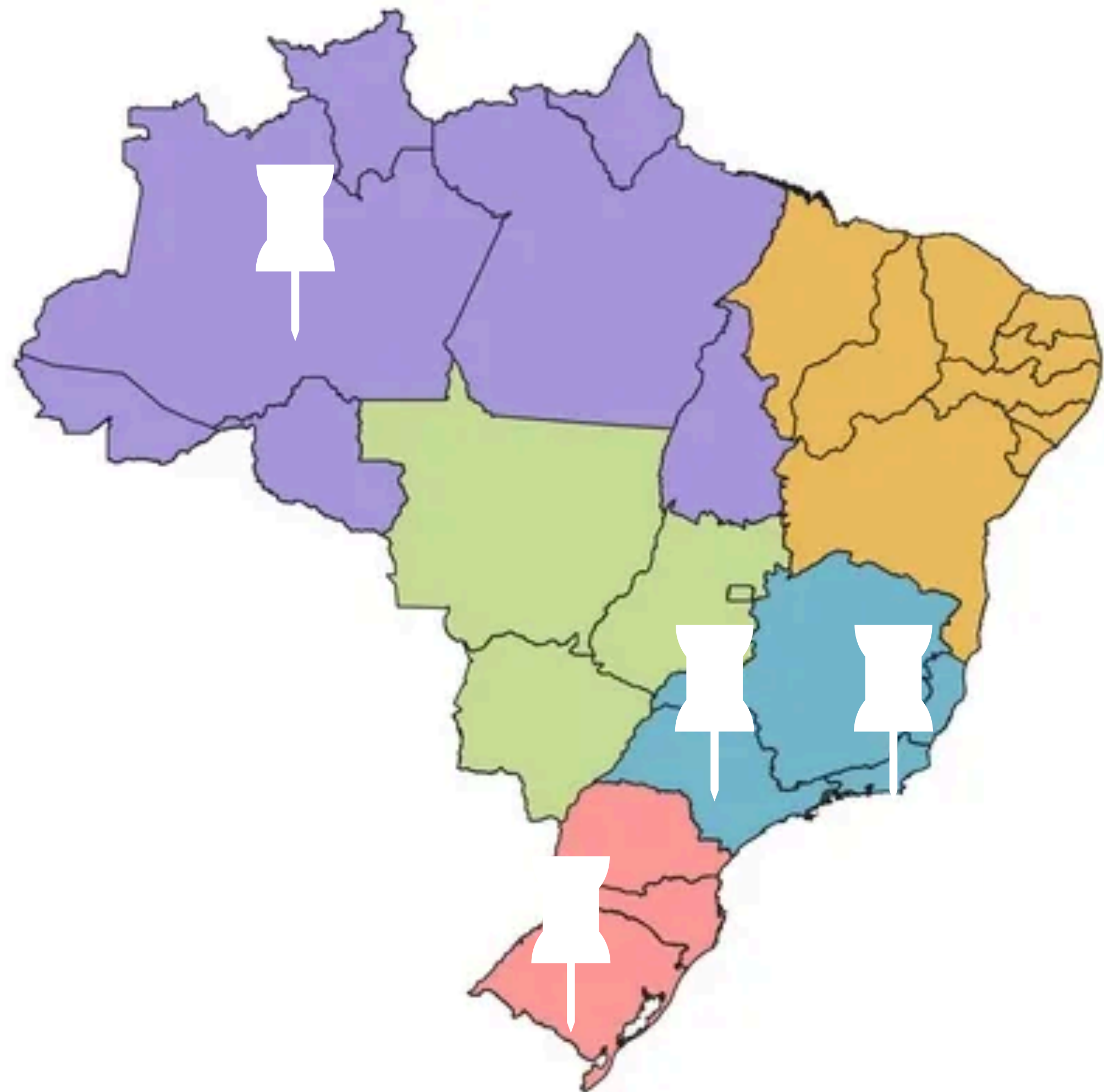
<https://raioscosmicos.gitlab.io/docs/DocumentacaoTecnica>

Considerações finais

- podemos dizer que encontramos o "algo mais que faltava"
- projeto "Raios Cósmicos nas Escolas" está avançando com envolvimento de colaboradores em várias frentes:
 - detector tomando dados
 - infraestrutura de análise de dados
 - propostas pedagógicas
 - mas...



<https://raioscosmicos.gitlab.io/>



- precisamos de mais pinos neste mapa!!!

Venha fazer parte
dessa rede de
colaboração
científica!!!

Agora só falta você!!

Raios C3smicos nas Escolas Para saber mais Atividades Para os professores Documenta33o t3cnica Blog

Raios C3smicos nas Escolas

Uma rede de colabora33o cient3fica entre escola e universidade

Como Funciona
Como funciona o detector de raios c3smicos ?

Monitoramento
Clique aqui para ver como seu detector est3 operando

An3lise
Acesse o ambiente de programa33o para an3lise de dados

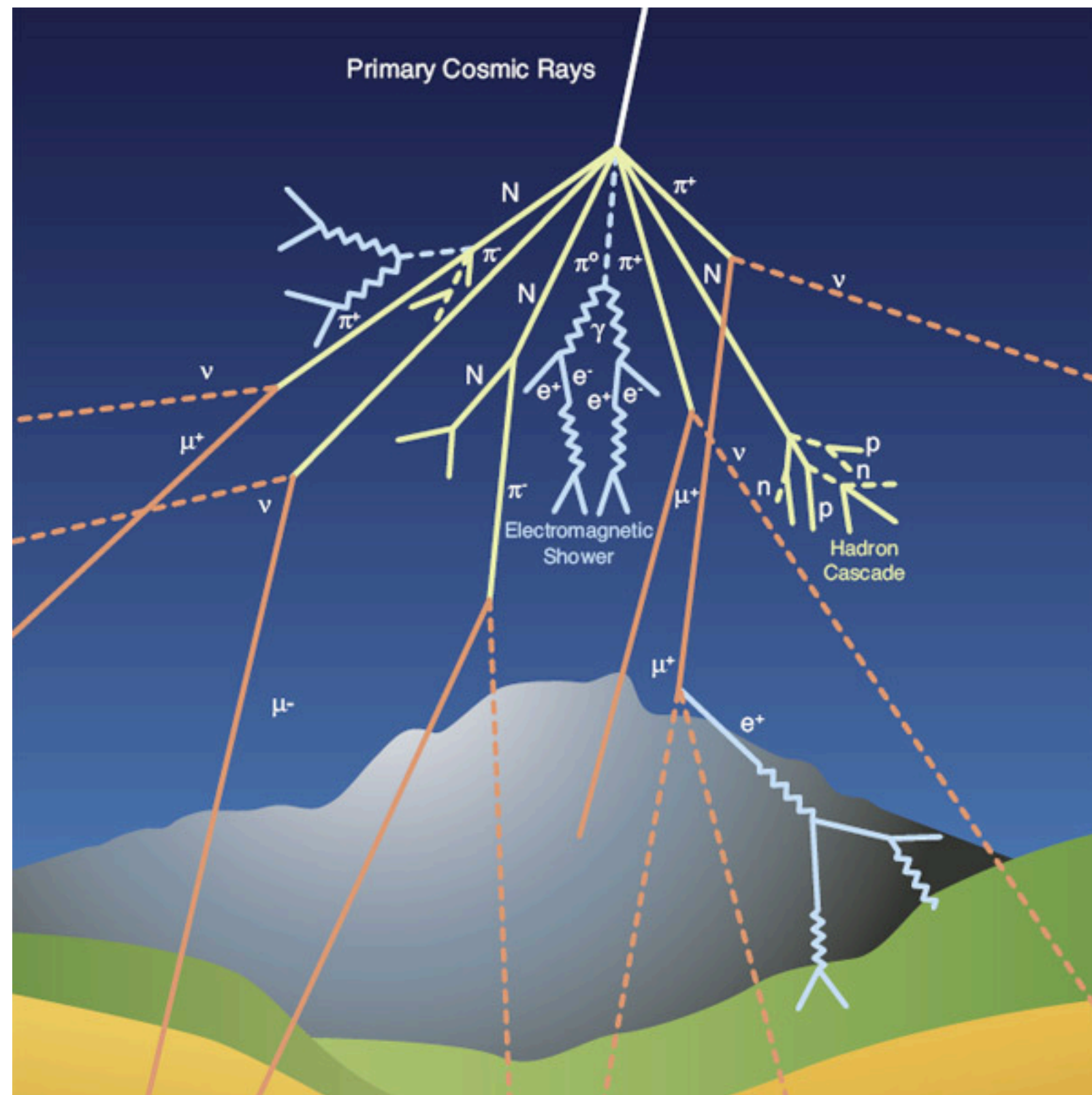


Muito grata!!!

<https://raioscosmicos.gitlab.io/>

Slides adicionais

"Anatomia" de chuveis de raios cósmicos

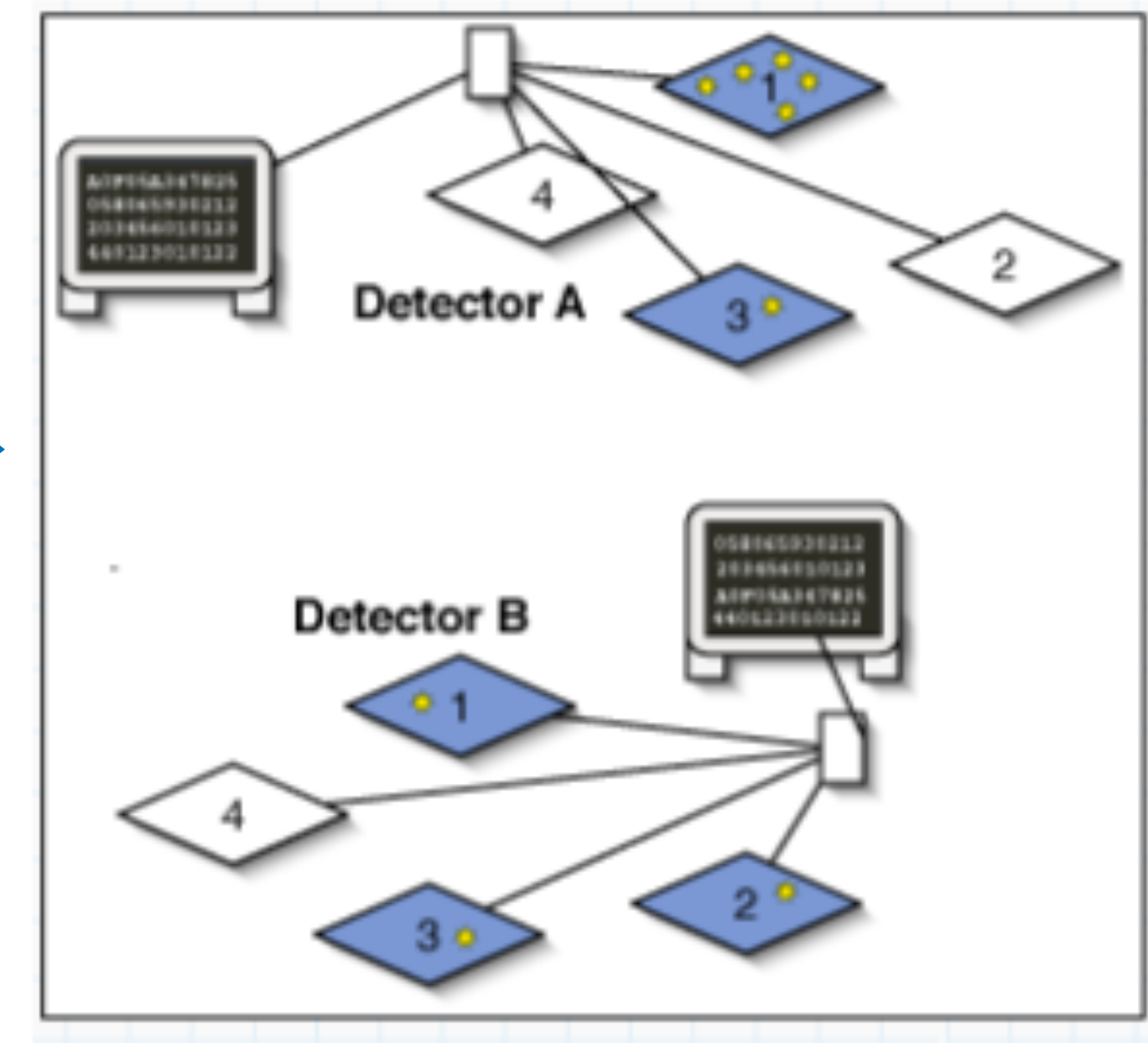
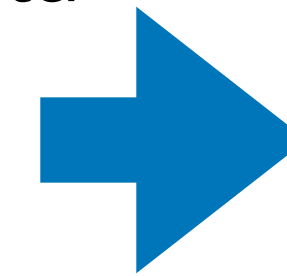


- múons cósmicos são produzidos quando uma partícula primária interage com a atmosfera e frequentemente, há mais de uma partícula produzida em uma única interação
- cada uma destas partículas interage com outras moléculas na atmosfera que produzirão mais partículas
- com cada interação, as partículas adquirem energias menores, até que eventualmente não haja energia suficiente para criar mais partículas
- as partículas então decaem, e somos "presenteados" por uma porção de múons gerados de uma única partícula cósmica

Créditos da imagem: CERN Document Server - "Cosmic rays: particles from outer space"

"Anatomia" de chuveiros de raios cósmicos

- múons vão se espalhar conforme viajam em direção à superfície da Terra, mas como são produzidos ao mesmo tempo, eles atingirão o nível do mar com aproximadamente 100 ns um do outro
- isto permite que espalhemos nossos detectores e ver se podemos detectá-los ao mesmo tempo
- o tamanho do chuveiro de raios cósmicos e o número de partículas no chuveiro são determinados pela energia do raio cósmico primário. Quanto mais alta a energia do raio cósmico primário, mais partículas existem e mais a cascata se espalha
- existem fontes de raios cósmicos que produzem partículas com uma energia tão alta que as cascatas criadas têm o tamanho de uma pequena cidade.



Cintiladores

- A energia perdida dE/dX é convertida em luz, detectada por um fotomultiplicador ou fotodiodo.
- Os cintiladores podem ser inorgânicos (iodeto, fluoreto, NaI, CsI, BaF₂, gases nobres líquidos, Ar, Xe, etc.) ou orgânicos (componentes de hidrocarbono), líquidos ou plásticos.
- Propriedades:
 - Conversão da K da partícula em luz com alta eficiência
 - Conversão linear da emissão da luz, proporcional a energia total depositada, no maior intervalo possível
 - Médio transparente à luz emitida (propagação)
 - Tempo de decaimento da luminescência induzida pequeno para poder geral pulsos rápidos
 - Boa qualidade ótica do material
 - Índice de refração perto a do vidro (1,5) para que acoplamento com PMT seja bom

