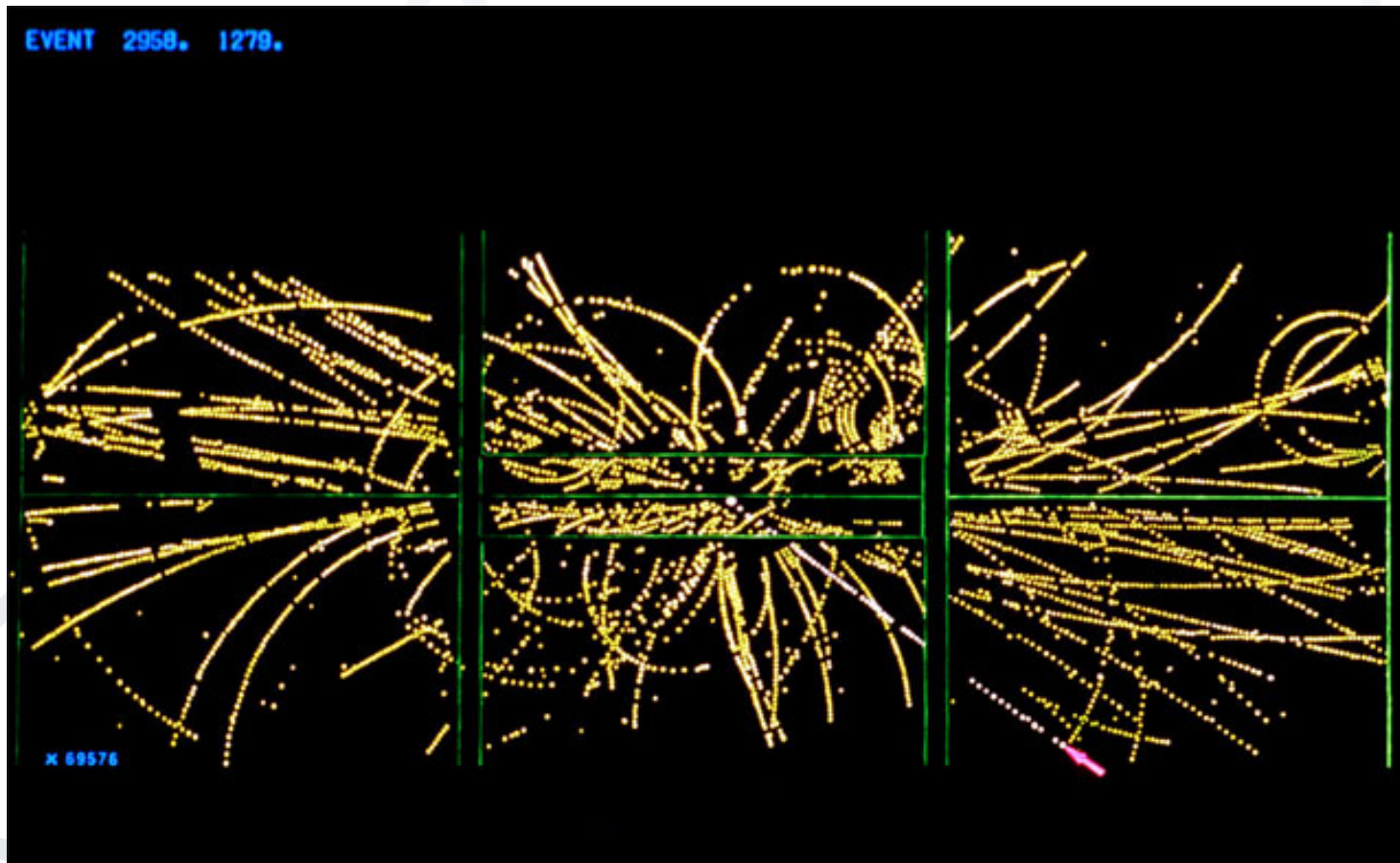


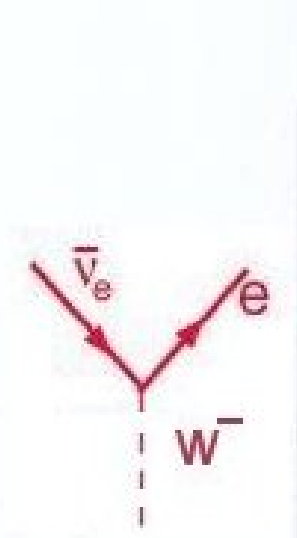
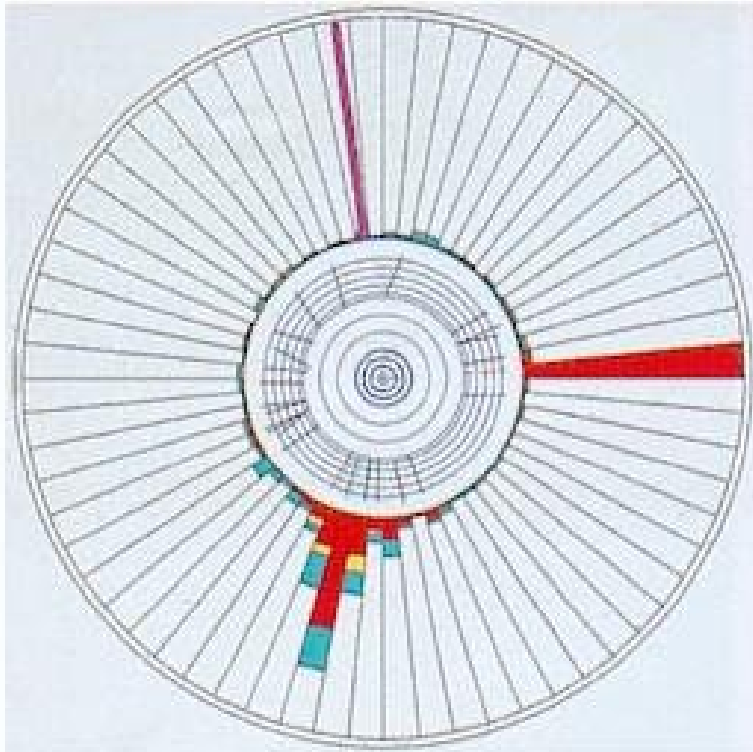
Bósons Intermediários: Z^0 e W



Um dos primeiros eventos onde foi detectado um bóson intermediário, neste caso o W . Experimento UA1, CERN.



Bósons Intermediários: Z^0 e W



Mesmo evento que o anterior, agora tratado com software específico, mostrando agora a quantidade de energia depositada no detector.

Collision between proton and anti-proton produces a jet of particles points downwards. The W^- particle has recoiled and set off in the opposite direction only to decay immediately into an electron (to the right) and an anti-neutrino (to top).



Bósons Intermediários: Z^0 e W

- ★ Z^0 s e W s são produzidos nas colisões próton-próton, vivem muito pouco e decaem em outras partículas.
- ★ Z^0 s sempre decaem em um par partícula-antipartícula ($e^+ e^-$, $q-qbar$, etc...)
- ★ W s decaem no par que forma uma mesma família.

Todos os eventos analisados foram registrados em colisões próton-próton com energia de centro de massa de 7 TeV e 8 TeV, de acordo com os eventos disponibilizados pelo ATLAS e pelo CMS.



O que é o Higgs?

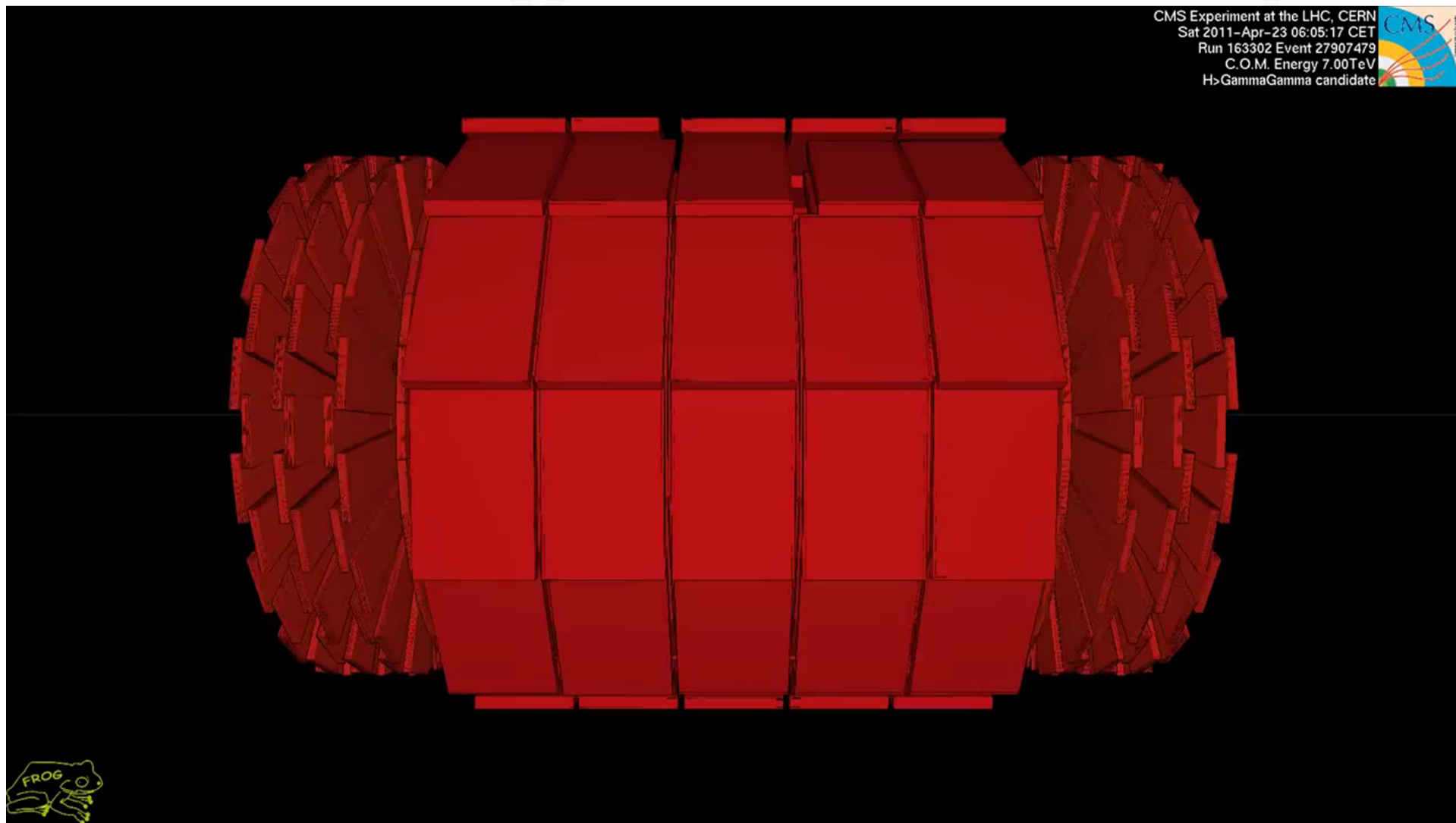
- ★ O campo de Higgs é responsável por gerar a massa de todas as partículas elementares
- ★ O bóson de Higgs é a partícula que gera esse campo
- ★ As partículas “adquirem” massa porque interagem com o campo de Higgs
- ★ Similar ao Z^0 e W , observamos somente os produtos de decaimento do bóson de Higgs
- ★ Em 2012 ATLAS e CMS anunciaram a descoberta de uma partícula tipo Higgs (“Higgs like”) no canal de decaimento fóton+fóton.
- ★ Esse canal tem baixíssima probabilidade de ocorrência, mas deixa um sinal/assinatura muito claro no detector,
- ★ Já foram observados também os decaimentos nos canais $Z^0 Z^0$ e WW

No Masterclass selecionamos os eventos com Higgs nesses 3 canais de decaimento.

Exemplo de eventos que analisamos no Masterclass

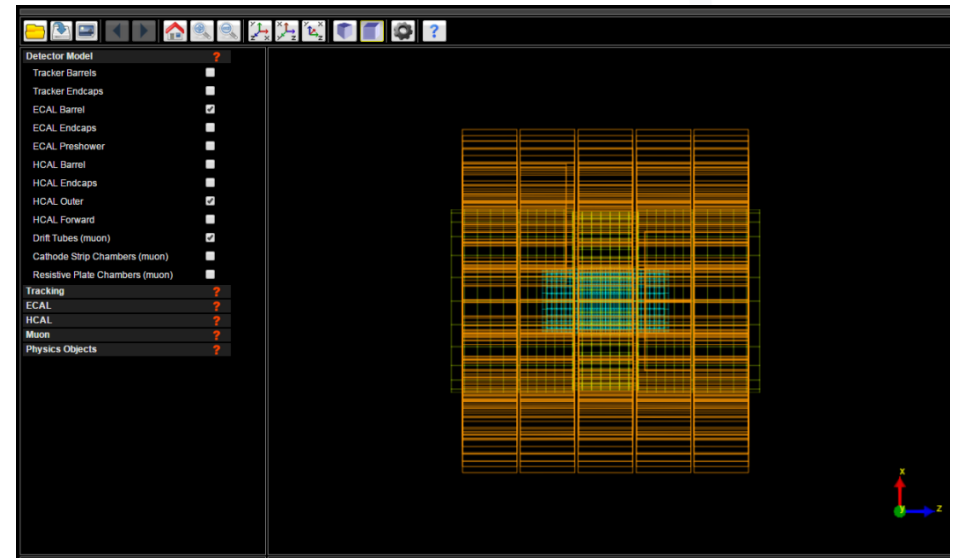
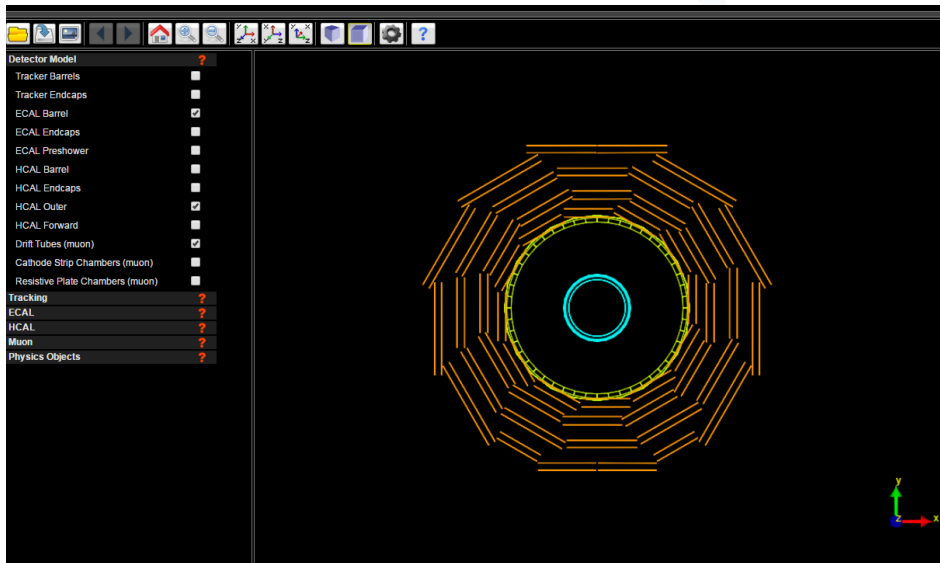


<https://www.youtube.com/watch?v=poNftWVbwmM>



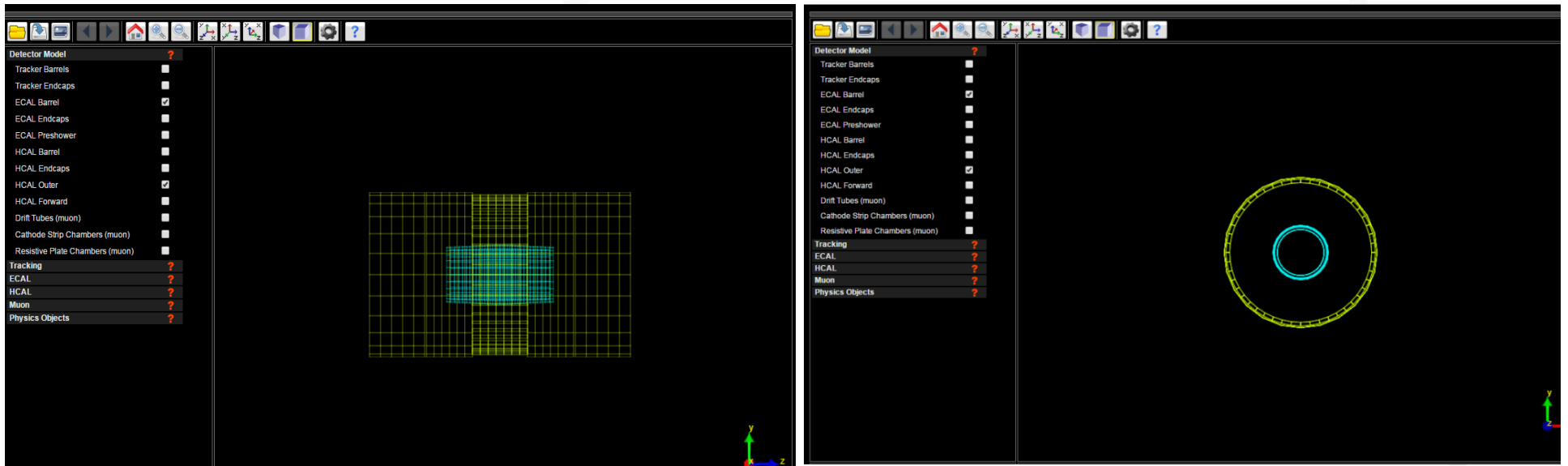
INTERNATIONAL 
MASTERCLASSES
hands on particle physics

- Acesse o iSpy em: <https://www.i2u2.org/elab/cms/event-display/>



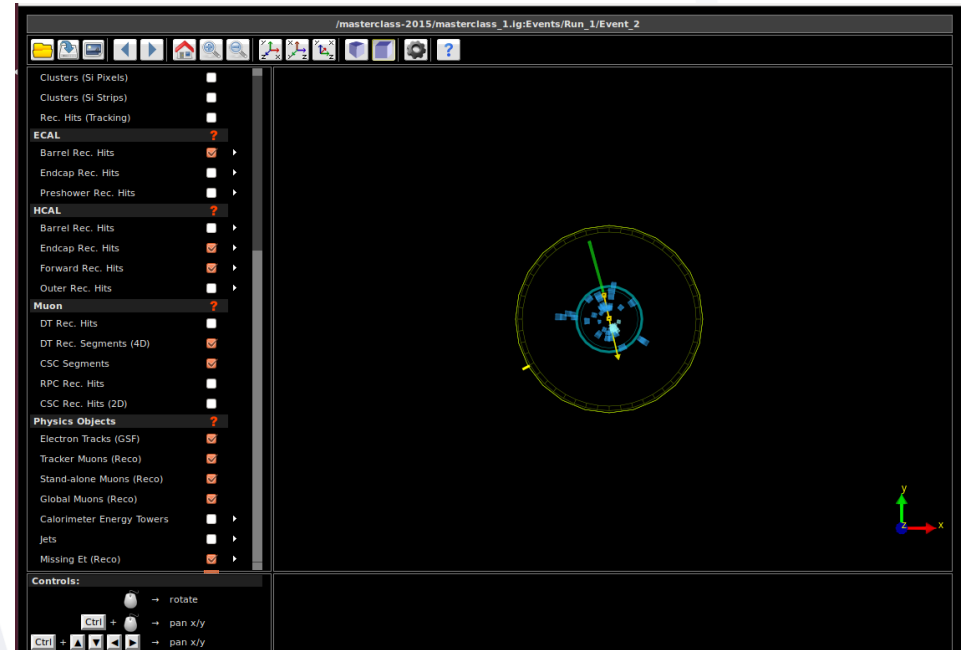
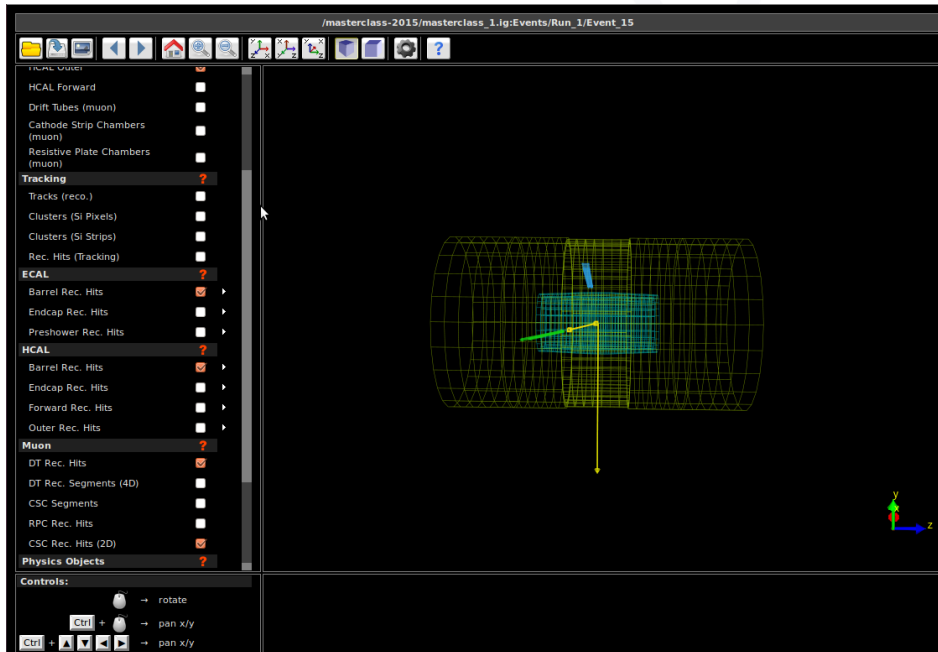
- esta é a tela inicial do iSpy Online, onde as câmaras de múons (em laranja) estão ativadas para a visualização
- o círculo verde é o detector de traços
- a coroa circular com limites em amarelo são os calorímetros.





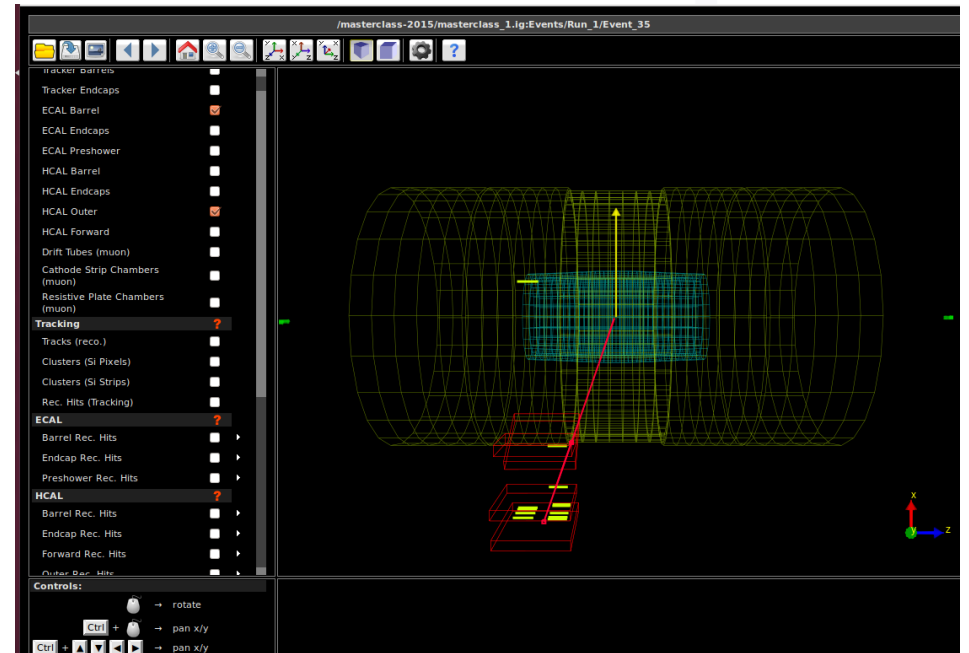
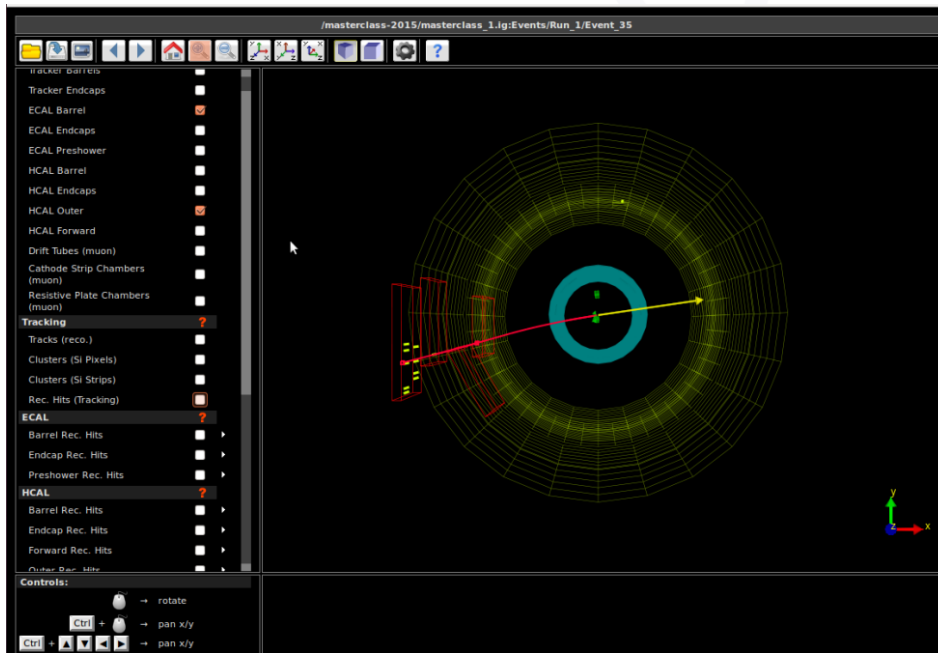
- A visualização se torna mais fácil, entretanto, com a desativação da câmara de múons.





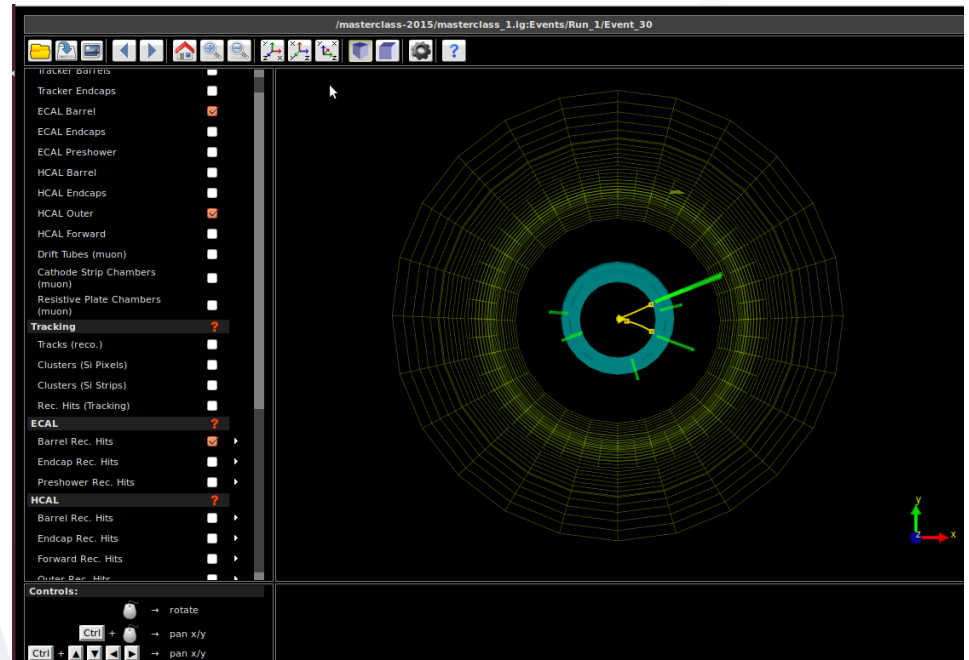
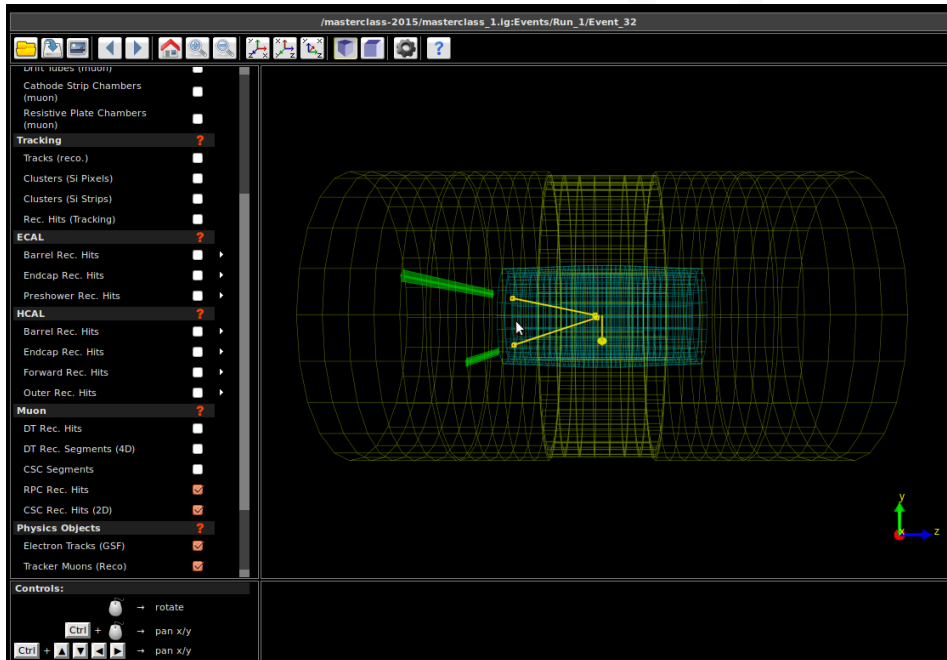
- A torre verde representa o depósito de energia no calorímetro eletromagnético.
- O rastro amarelo, a trajetória da partícula.
- A seta amarela representa a energia perdida nos neutrinos, que não são detectados, mas podem ser previstos por conservação de energia e momento.
- Temos um candidato a W.





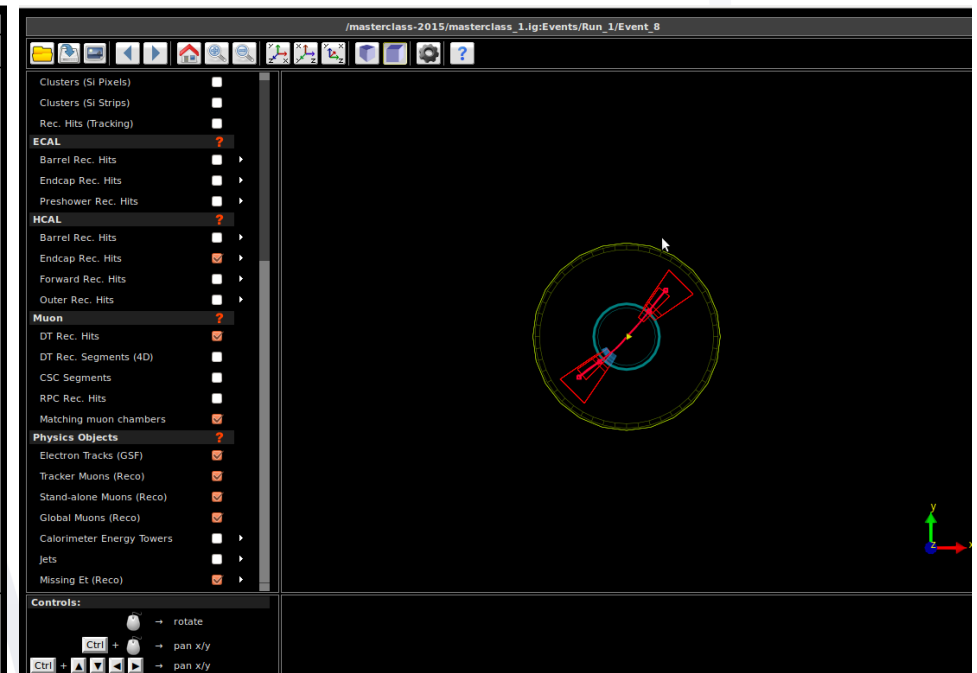
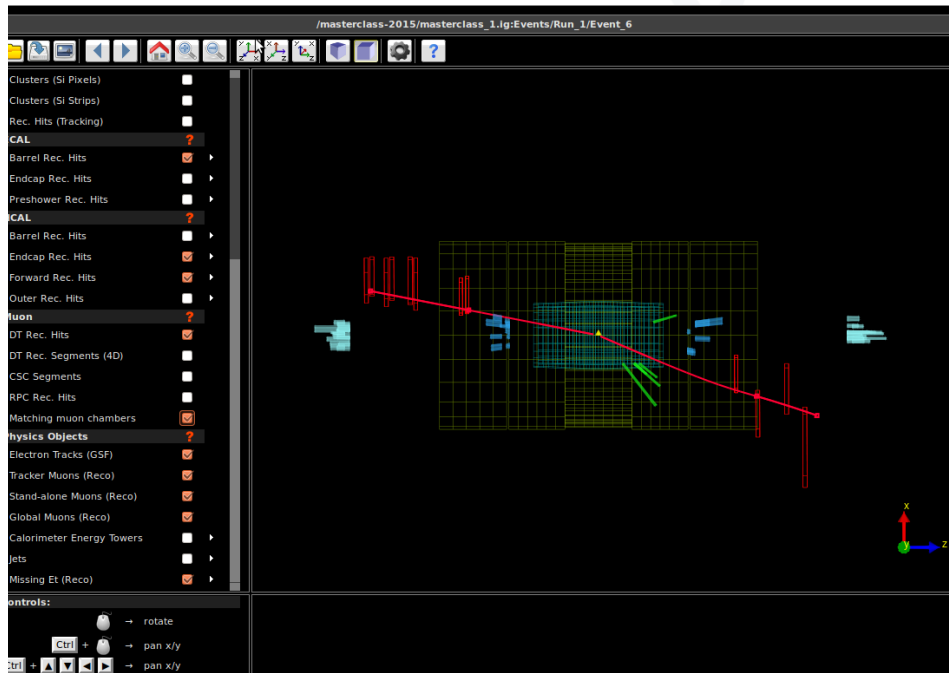
- A linha vermelha representa a trajetória dos múons.
- A seta amarela, o neutrino, como a energia que faltou no evento.
- Neste evento também temos um candidato a W.
- Para descobrir a carga da partícula, observe a curvatura de sua trajetória. Se for no sentido horário, é positiva, se for no sentido anti-horário, é negativa.





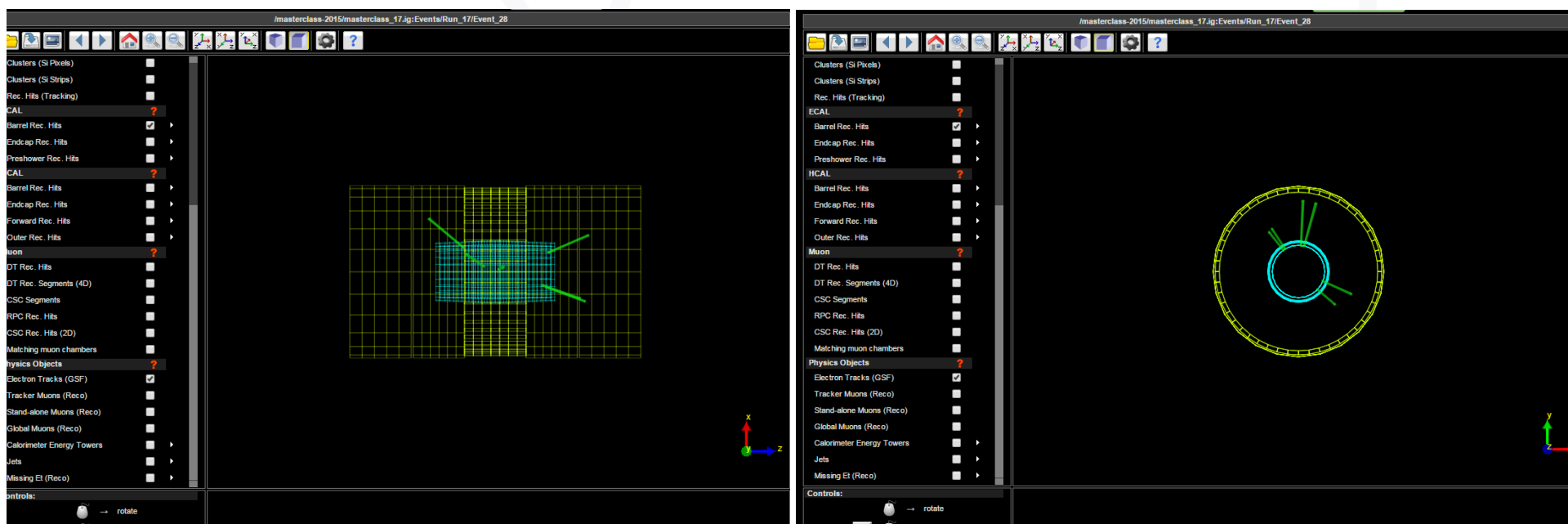
- Neste evento, observe dois elétrons depositando energia no calorímetro eletromagnético.
- Observe as suas curvaturas, se caracterizarem partículas de carga oposta, se trata de um candidato a Z.





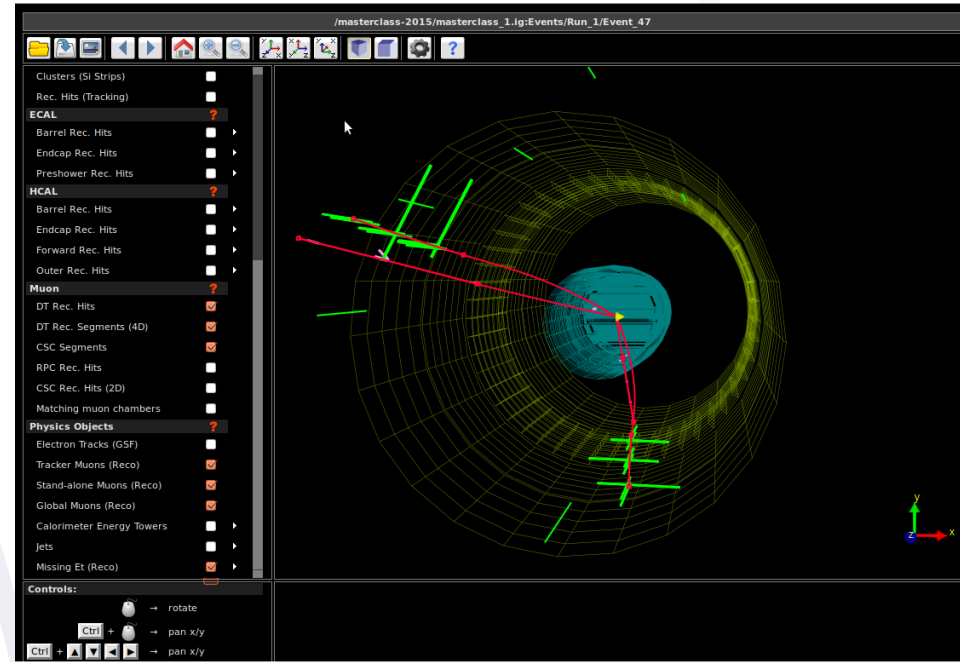
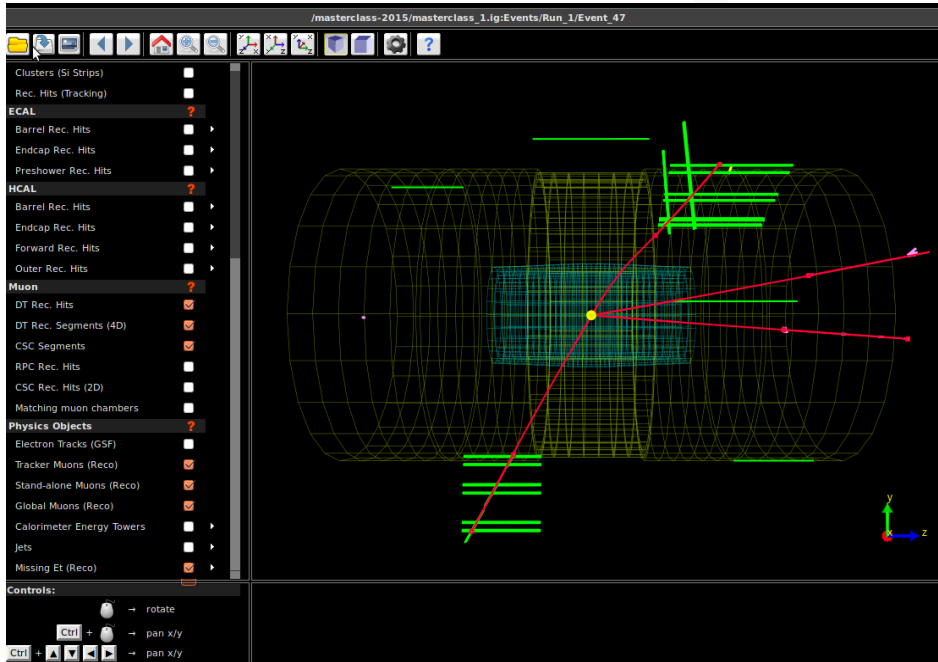
- Observe os dois múons, na visão frontal e lateral. A trajetória marcada pela linha vermelha.
- Se as curvaturas forem opostas, trata-se de um candidato à Z.





- Os fótons não deixam rastros no detector de traços pois não tem carga, mas depositam sua energia no calorímetro eletromagnético.
- Acima temos um candidato a Higgs decaindo em dois fótons (depósitos maiores em verde).

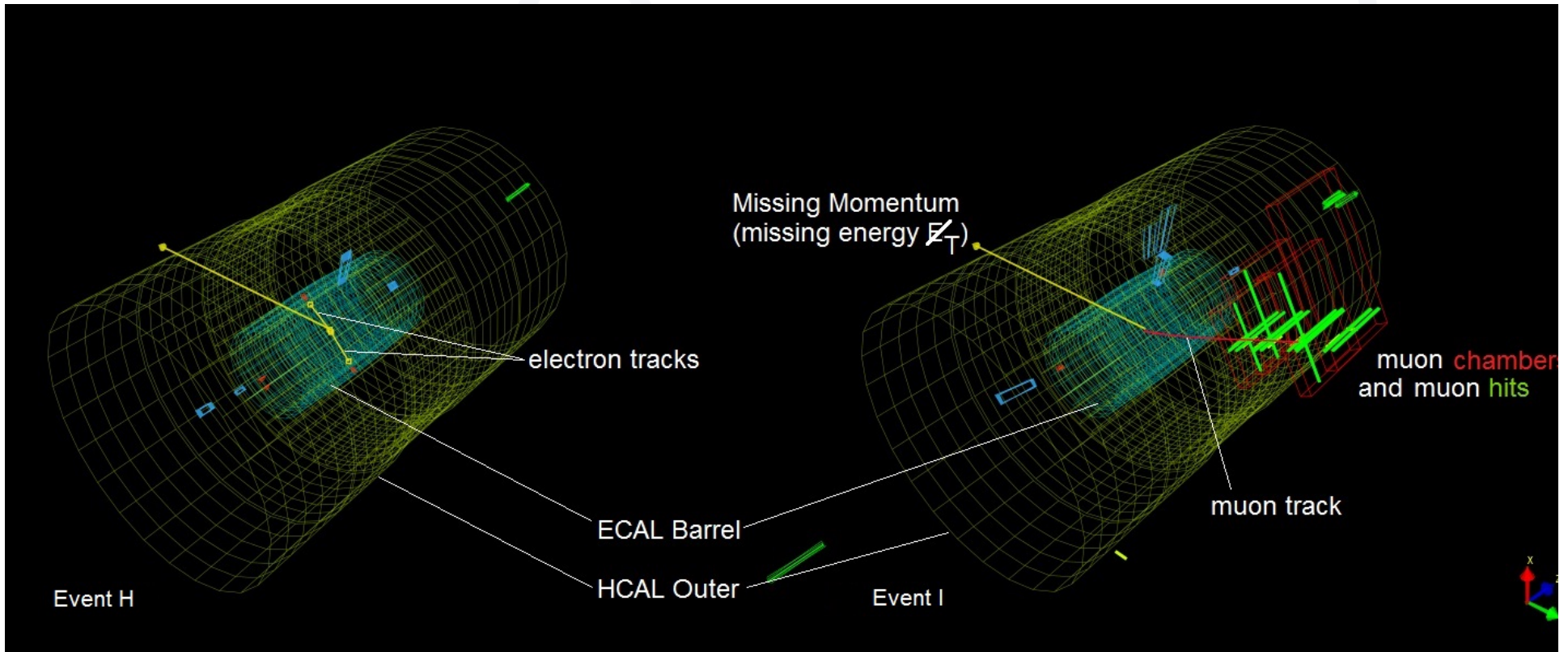




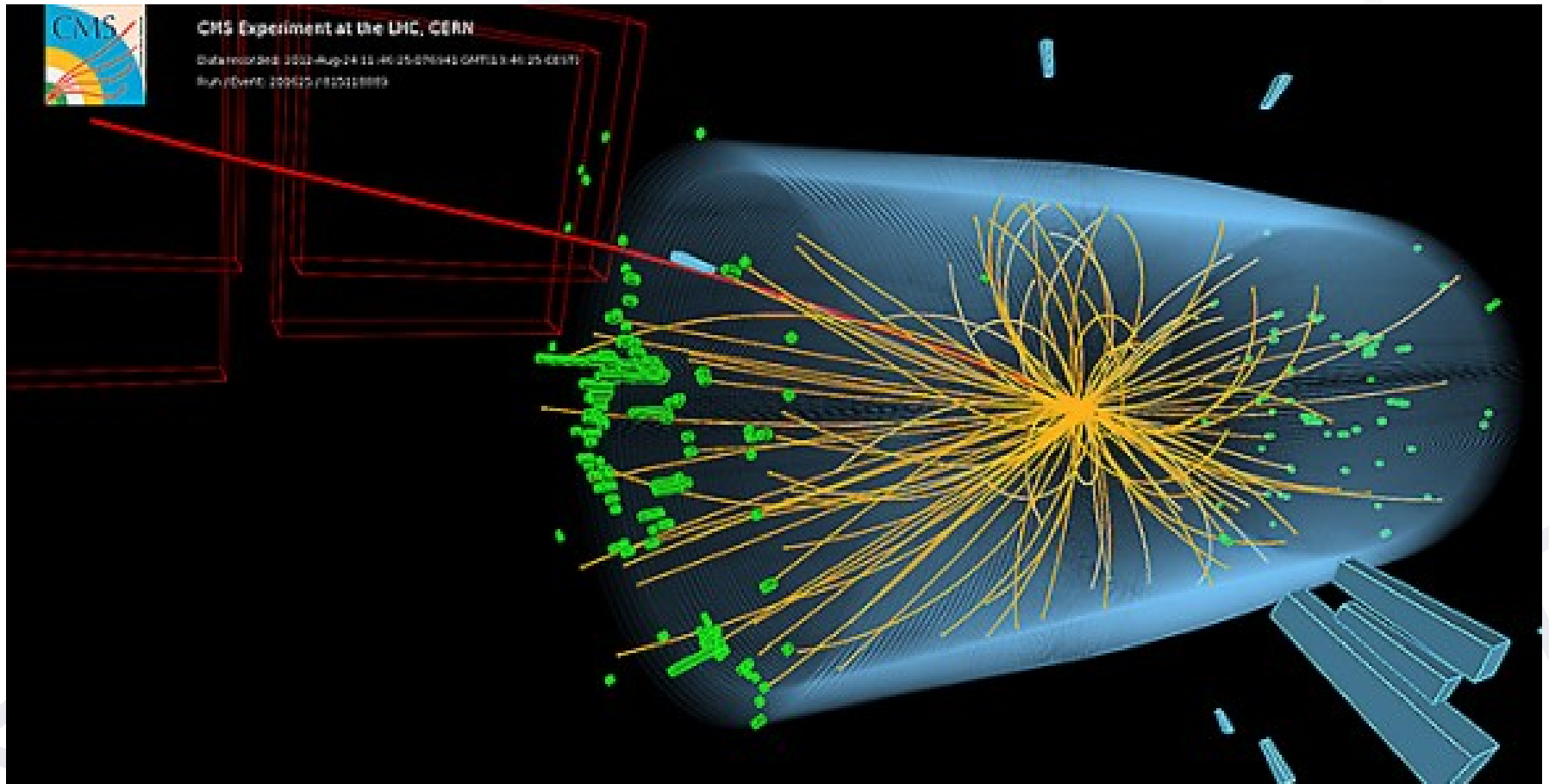
- Observe os quatro múons. Se forem dois múons e dois anti-múons, temos um candidato a bóson de Higgs.



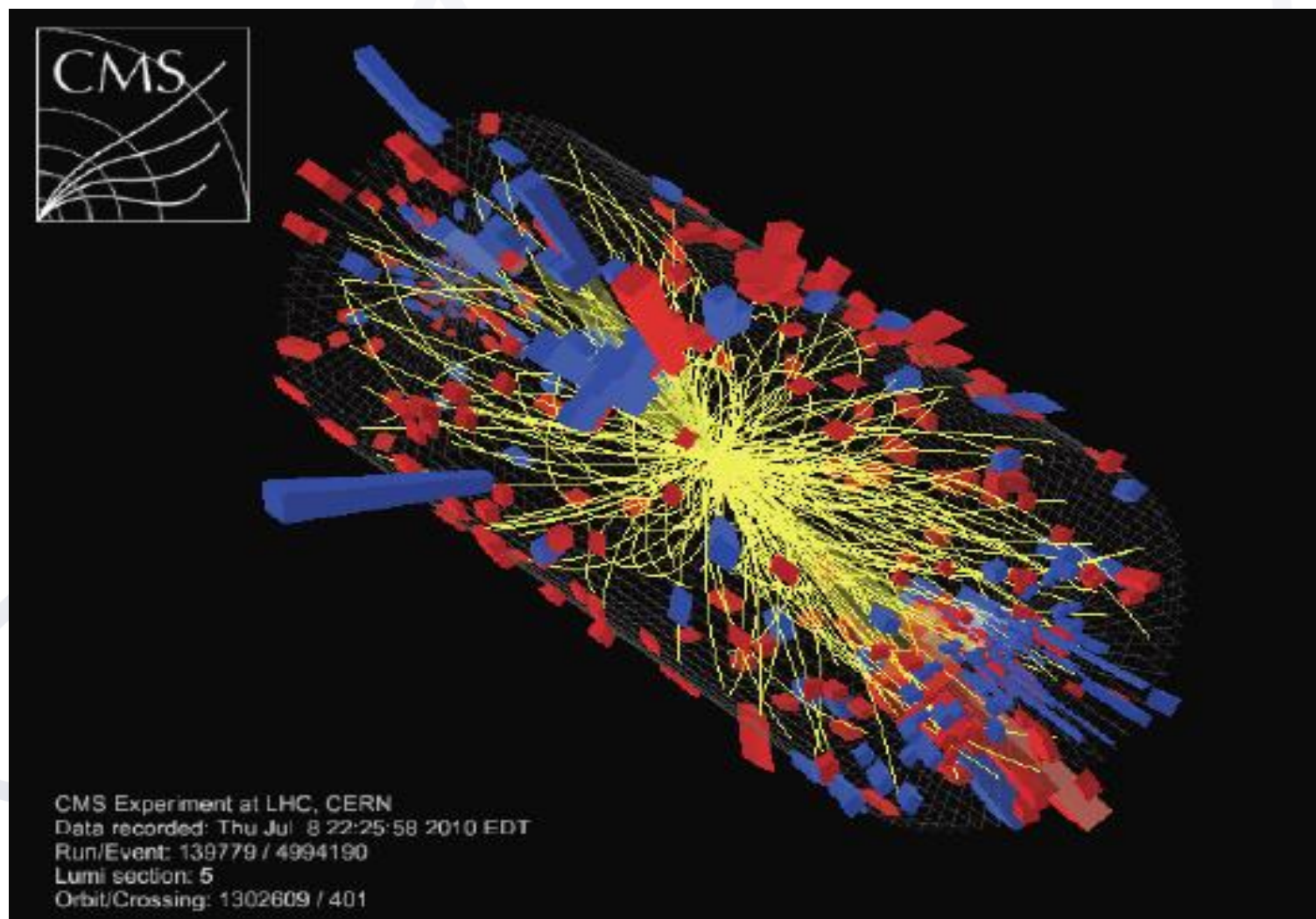
CMS **Z0 -> e+e-**
W -> μν



CMS Higgs \rightarrow WW

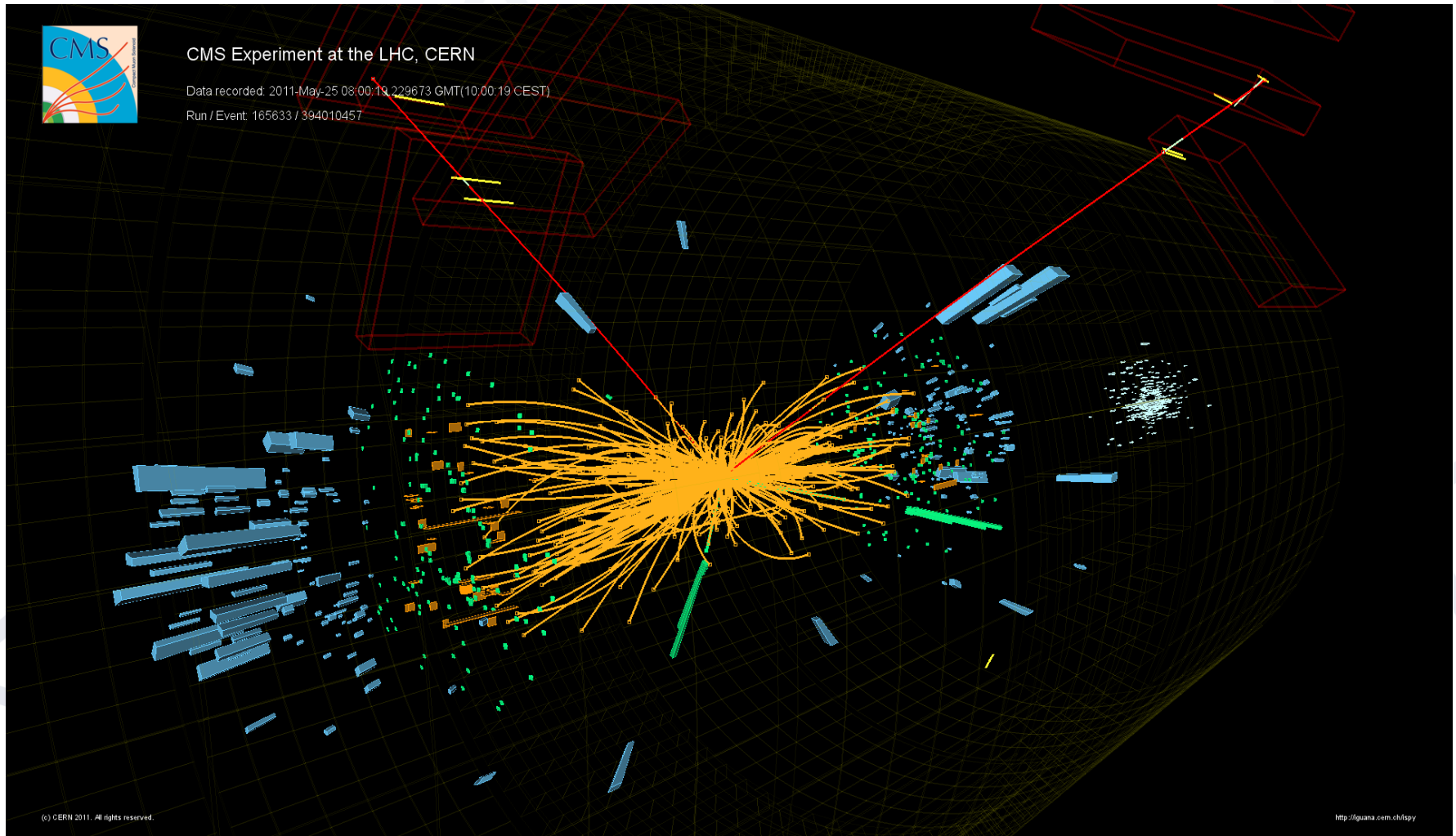


Mais de 100 partículas carregadas produzidas em um único evento



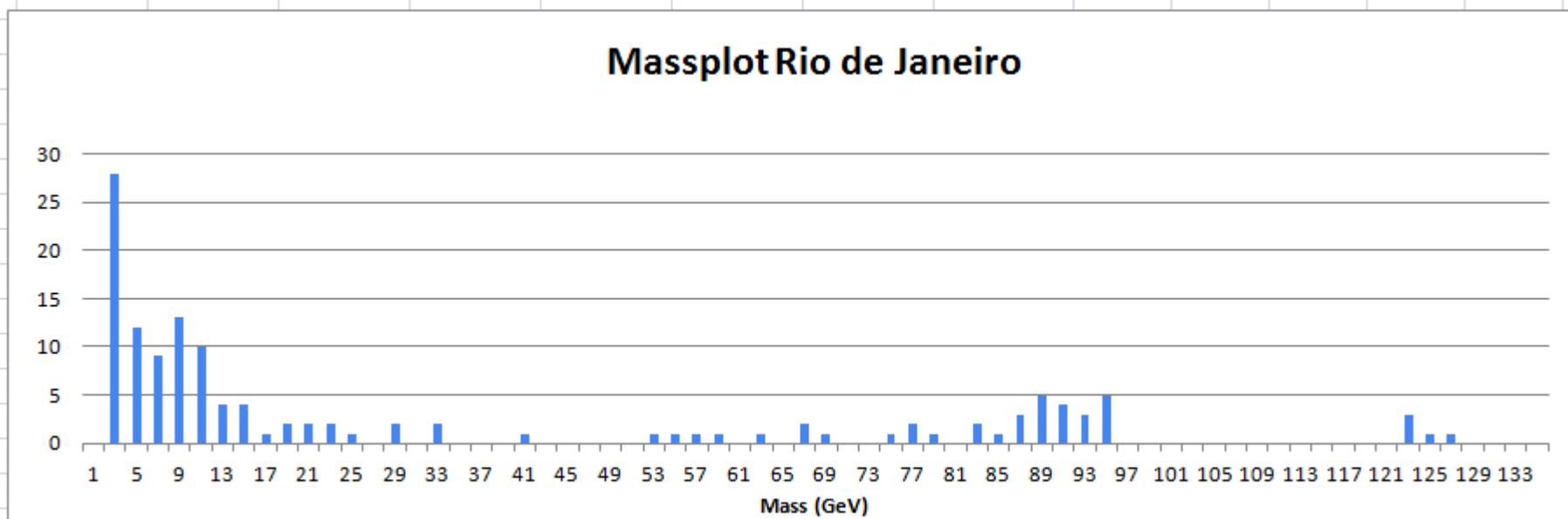
INTERNATIONAL 
MASTERCLASSES
hands on particle physics

Higgs \rightarrow Z0 Z0 \rightarrow μ^+ μ^- e+ e-



INTERNATIONAL
MASTERCLASSES
hands on particle physics

CMS - distribuição da massa reconstruída dos eventos selecionados com um par de léptons ($\ell^+ \ell^-$)



Os eventos que serão analisados podem ser encontrados nas páginas do Masterclass para cada experimento:

<http://physicsmasterclasses.org/index.php?cat=physics>

Escolha o experimento na coluna da esquerda, escolha a língua (português) e siga as instruções das páginas que se seguem

<https://quarknet.i2u2.org/content/running-cms-wzh-path-masterclass>



POR QUE O MASTERCLASS É INTERESSANTE?

- ➔ Trabalha o aspecto motivacional dos jovens;
- ➔ Enxerga em cada aluno um indivíduo que poderá contribuir de forma significativa para o progresso da ciência;
- ➔ Informa o público em geral, desmistificando a ciência, corrigindo erros propagados pela mídia, alertando para notícias alarmantes e falsas.



“Pescando” jovens talentos para a Física

Prof. Anderson Guedes
Apresentação sobre o Masterclass
no Encontro de Físicos do Norte e
Nordeste 2014



Discussão de tópicos importantes para o ensino de jovens



- ➔ Melhorar a compreensão dos alunos/participantes sobre as teorias modernas da Física que explicam a estrutura da matéria;
- ➔ Demonstrar aos alunos/participantes as técnicas e instrumentação modernas voltadas para a investigação em Física de Partículas;
- ➔ Atrair estudantes para carreiras com grande déficit de profissionais, como a Física e Engenharia (+ Biblioteconomia, + Filosofia, + Química, + Biologia);



- ➔ Propiciar aos interessados vivenciar o dia-a-dia de um físico;
- ➔ Utilizar temas de Ciência e Tecnologia para motivar os estudantes, demonstrando que fazer ciência pode ser divertido e compensador;
- ➔ Contribuir para que os estudantes/participantes conheçam e tenham uma noção mais definida da importância das instituições de ensino e pesquisa no desenvolvimento científico e tecnológico do país.



- ➔ Instrumentalizar didaticamente **Professores** de Física do Ensino Médio para que possam trabalhar temas contemporâneos de Física ligados à Física de Partículas nas escolas em que atuam;
- ➔ Contribuir para a difusão e popularização em torno de temas contemporâneos da Física, em especial, a Física de Partículas;
- ➔ Aproximar a universidade de instituições de Ensino Básico através da oferta de capacitação de professores e atividades motivadoras para atrair jovens estudantes para a Física.



Facebook

Veja nossa página **Masterclass BR**

Entre
para
o
grupo!

Masterclass-BR

Página inicial

Foto

Entrou

Compartilhar

Notificações

Masterclass-BR

Membros

Eventos

Fotos

Arquivos

Procurar neste grupo

Publicar

Foto/Video

Perguntar

Arquivo

Escreva algo...

ATIVIDADE RECENTE

Marcia Begalli
Ontem às 15:15

aproveitem para ver uns vídeos (são 70)

SOBRE 101 membros

Grupo fechado

Este grupo é para os participantes e interessados no Masterclass - Hands on CERN. A atividade de... [Ver mais](#)

101 membros · [Convidar por e-mail](#)

[+ Adicionar pessoas ao grupo](#)

CRIAR NOVOS GRUPOS



hands on particle physics

Facebook

Entre para o grupo!

Veja também a página **Masterclass RN !**

The image shows a screenshot of a Facebook group page. At the top, there is a browser address bar with 'Google' and navigation icons. Below that is the Facebook navigation bar with a search bar, the name 'Marcia', 'Página inicial 20+', and notification icons for 1 message and 99 notifications. The main header of the group features a large, colorful illustration with the text 'MASTERCLASS: O universo das partículas em suas mãos'. The illustration depicts two cartoon characters, one in a white lab coat and another in a grey shirt, standing in a space filled with vibrant, multi-colored particle tracks and energy bursts. Below the header, there are buttons for 'Entrou', 'Compartilhar', 'Notificações', and a three-dot menu. A navigation bar below the header includes 'MasterClass-RN', 'Membros', 'Eventos', 'Fotos', and 'Arquivos', along with a search box labeled 'Procurar neste grupo'. The main content area has a post creation bar with options for 'Publicar', 'Foto/Vídeo', 'Perguntar', and 'Arquivo', and a text input field with the placeholder 'Escreva algo...'. On the right side, there is a 'SOBRE' section showing '11 membros' and 'Grupo público', with a description: 'Página de divulgação das atividade de ensino do Masterclass- RN (Natal) em Física de Partículas.... Ver mais · Editar'. At the bottom left, the text 'ATIVIDADE RECENTE' is visible.

Os temas em Física de Partículas despertam a curiosidade e a criatividade de todos os participantes



<http://www.artisanidea.com/2013/05/higgs-boson-500/>



**“Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino.”
Paulo Freire**



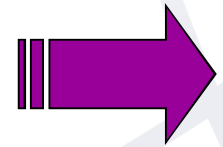
INTERNATIONAL
MASTERCLASSES
hands on particle physics

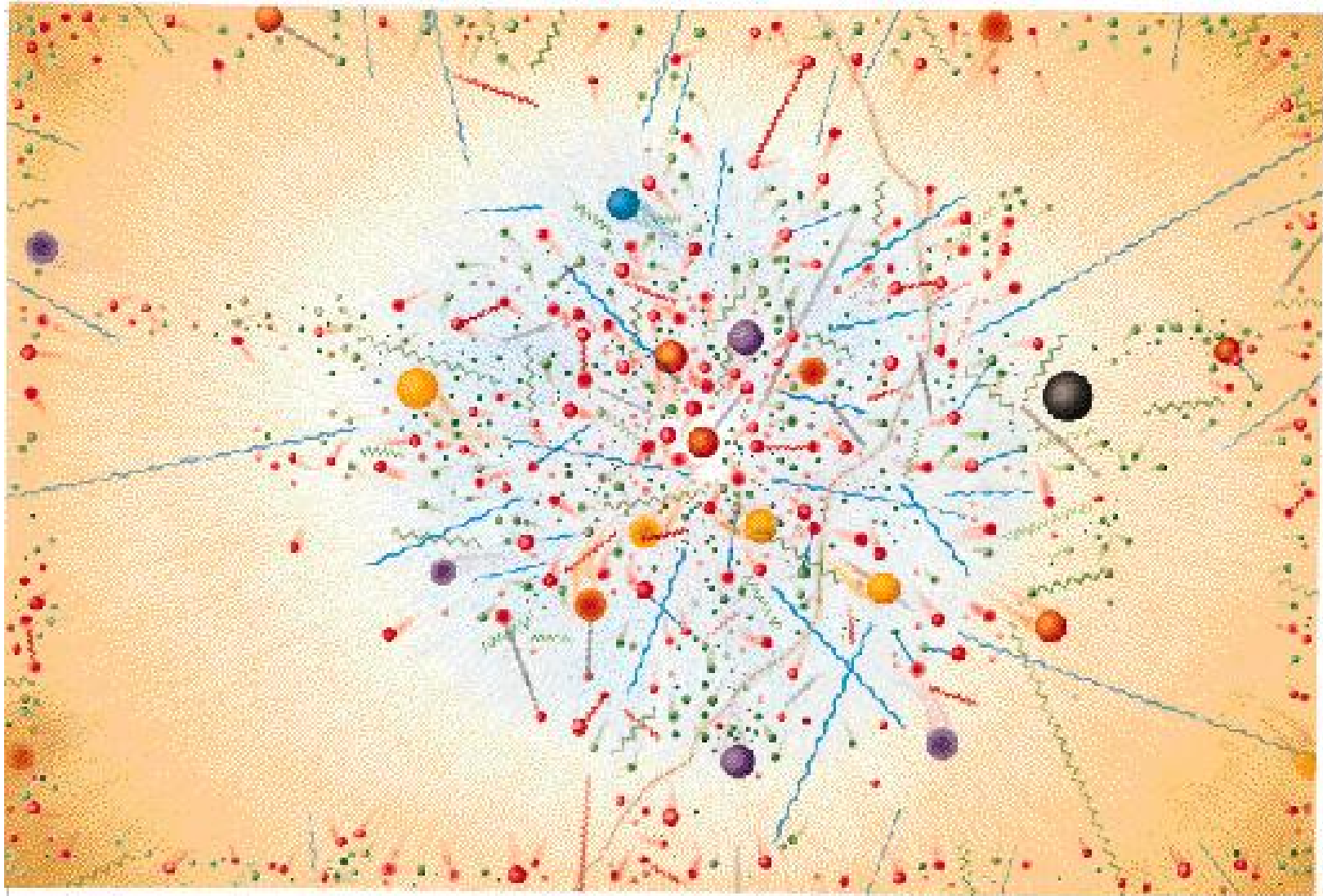
Influência

Algumas pinturas inspiradas pelo aprendizado em Física de Partículas

Imagens podem ser encontradas no site:

<http://www.dkimages.com/discover/Home/Science/Astronomy-and-Space-Science/The-Universe/Big-Bang/General/index.html>



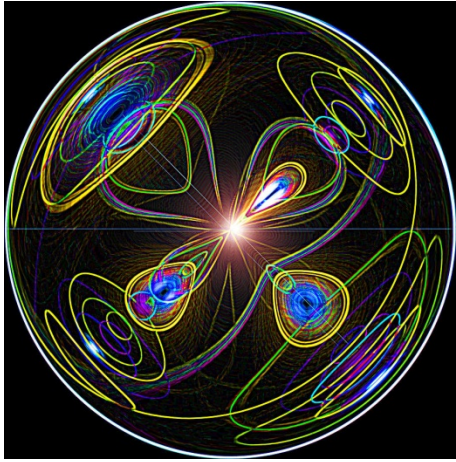


Particle Soup. By Luciano Corbella (c) Dorling Kindersley
An artwork array of, Gluons, Neutrino, X boson, Higgs boson, Photon, Particle, Graviton, Quark, WIMPs, Leptons, W and Z bosons, Magnetic monopole, Cosmic string and Primordial black hole.



An artists impression of the big bang. By Julie Anderson (c) Dorling Kindersley

Ciência e Arte



Higgs Boson Acrylic Print
by Samuel Sheats

vladstudio.deviantart.com

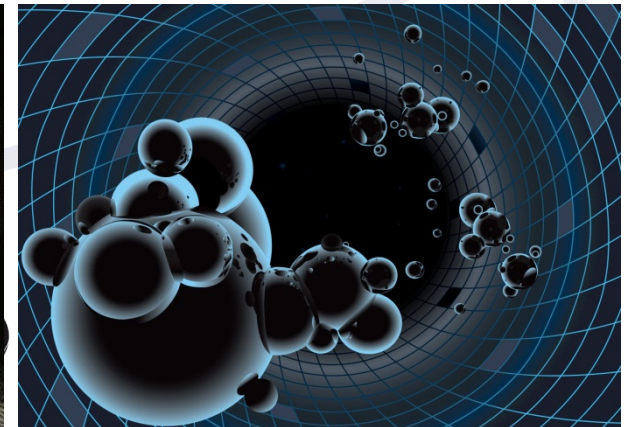
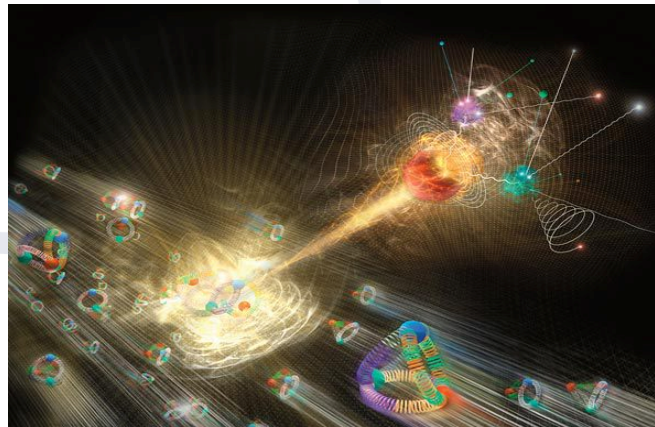
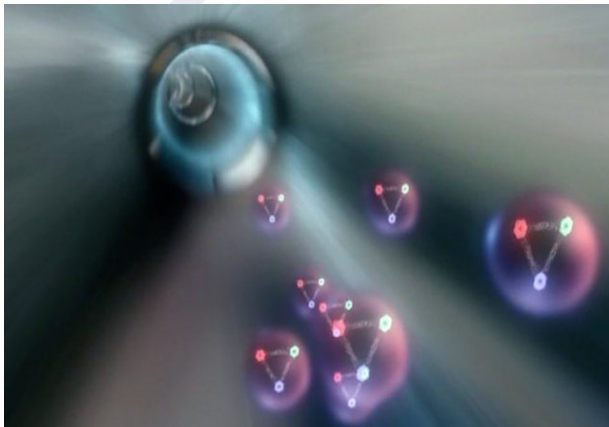


MATT



*'Typical! I've found the Higgs boson,
but I've lost my glasses again'*

Artistas poloneses



art@CMS



- ➔ O CERN, Suíça, e o Fermilab, Estados Unidos, tem bolsas com duração de 6 meses, 1 ano e 1,5 anos para artistas plásticos desenvolverem seus trabalhos a partir do aprendizado da Física de Altas Energias



Aproveite, e dê uma olhadinha...

- ➔ <http://public.web.cern.ch/public/en/research/lep-en.html>
- ➔ public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html
- ➔ <http://public.web.cern.ch/public/en/research/CERNAccel-en.html>
- ➔ <http://www.aventuradasparticulas.ift.unesp.br>
- ➔ <http://www.sbfisica.org.br>
- ➔ <http://www.sbpcnet.org.br>
- ➔ <http://www.cern.ch>
- ➔ <http://www.desy.de>
- ➔ <http://www.fnal.gov>
- ➔ <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>
- ➔ *Revista Ciência Hoje Online* – <http://cienciahoje.uol.com.br>
- ➔ *Scientific American Brasil* - <http://www2.uol.com.br/sciam/>
- ➔ http://www-visualmedia.fnal.gov/VMS_Site_2/gallery/video.shtml
- ➔ http://www-visualmedia.fnal.gov/VMS_Site_2/gallery/video.shtml
- ➔ *Astronomy Picture of the Day* - <http://apod.nasa.gov/apod/>
- ➔ ou <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>
- ➔ <http://www.scientificamerican.com/article/large-hadron-collider-lhc-art-physics/>

Aproveite, e dê uma olhadinha...

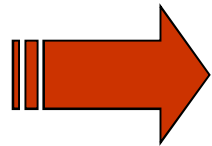
- ➔ http://www.boston.com/bigpicture/2008/08/the_large_hadron Collider.html
- ➔ <http://cms.cern.ch>
- ➔ <http://atlas.ch/detector.html>
- ➔ http://atlas.ch/inner_detector3.html
- ➔ <http://visits.web.cern.ch/visits/guides/tools/manual/english/atlas.html>
- ➔ <http://ippog.web.cern.ch/resources/types/film-video>
(pegue a pipoca, são 70 vídeos)



Conclusão

- ★ O Masterclass é uma atividade em movimento, não se resume somente à reunião agendada anualmente com o CERN.
- ★ Seu formato se adapta a cada grupo de alunos, professores e interessados em geral.
- ★ Existe muito trabalho a ser desenvolvido, seja nas traduções para o português, seja no desenvolvimento de material de divulgação, seja na proposta de novas atividades.

TODOS são muito bem vindos!



escreva para: marcia.begalli@gmail.com
oguri@uerj.br



***Meu especial agradecimento a Alberto Santoro
responsável por trazer o Masterclass para o Brasil***

***Meu agradecimentos e
minha eterna dívida com Eduardo Revoredo e todo o pessoal da GRID-UERJ
Sem o auxílio inestimável deles, o Masterclass não seria realizado!***

Meus agradecimentos especiais a Wagner de Paula Carvalho pela colaboração durante a análise dos eventos do CMS. Sua ajuda foi essencial para o sucesso do Masterclass aqui em Manaus.

Meus agradecimentos a

Sandro Fonseca de Souza

Dilson de Jesus Damião

Luiz Mundim

pela ajuda com os eventos, figuras, sites do CMS



CERN Experiment

<https://www.youtube.com/watch?v=PJ2q8WUire0>



INTERNATIONAL **MASTERCLASSES**

hands on particle physics