



***"A relevância, as perspectivas e os desafios para o futuro da física e da matemática no Brasil"***

Ignacio Alfonso de Bediaga e Hickman  
Presidente do CTC da Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE)

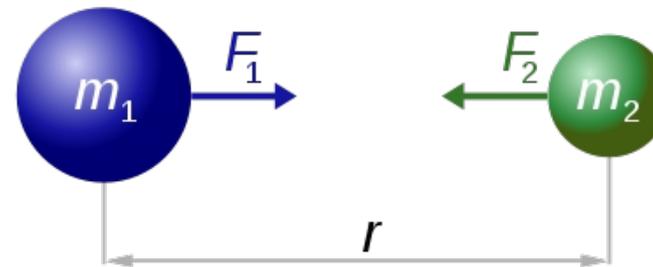
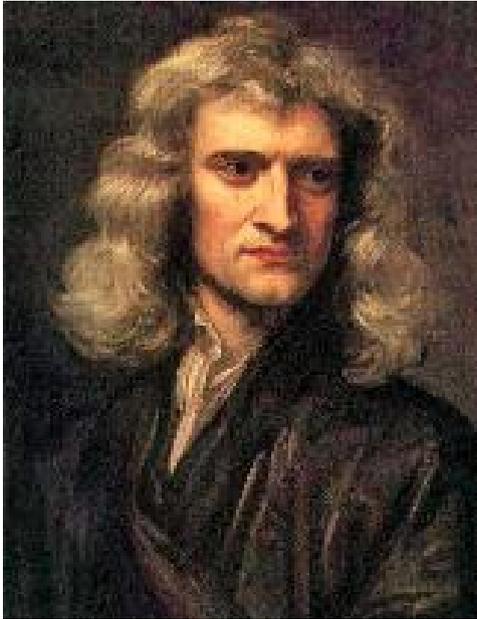
COMISSÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA (CCTIC)  
55ª Legislatura - 3ª Sessão Legislativa Ordinária– Brasília, 19 de outubro de 2017

***Dois resultados experimentais recentes, serão lembrados  
para sempre na história da física***

***- Descoberta do bóson de Higgs (2012):***

***- Detecção das ondas gravitacionais (2016):***

# Gravitação Universal



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Newton: a força entre dois objetos é diretamente proporcional a suas massas e inversamente proporcional a distância entre elas

**Newton: peso é proporcional a massa**

**Einstein: Energia está relacionada a massa**

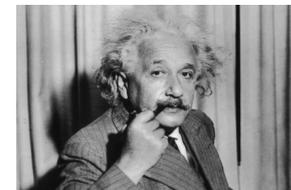
**Duas perguntas:**

**1- De onde vem a massa de uma partícula?**

**2- Como opera a força da gravidade?**



François Englert, Peter Higgs e Robert Brout

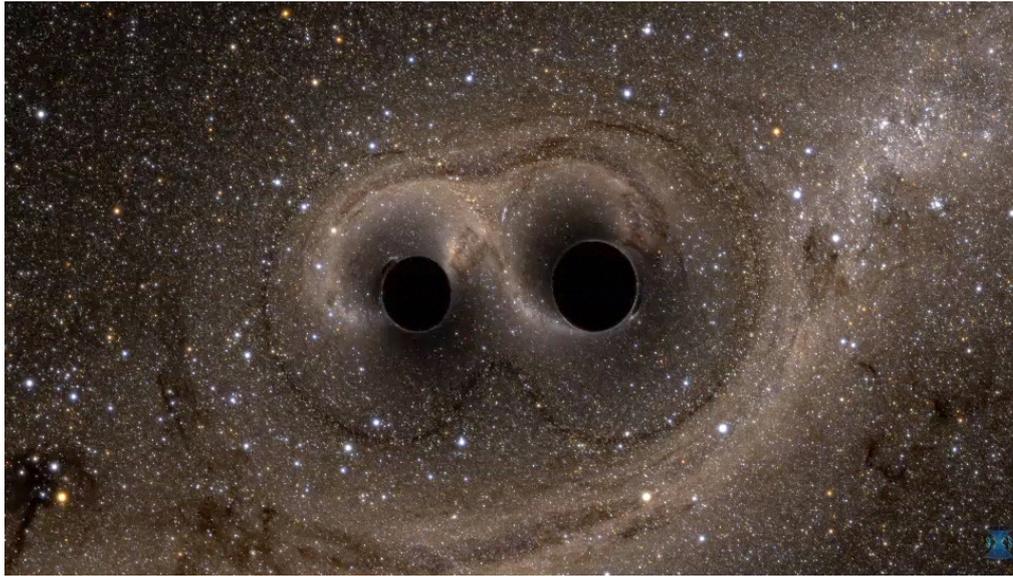




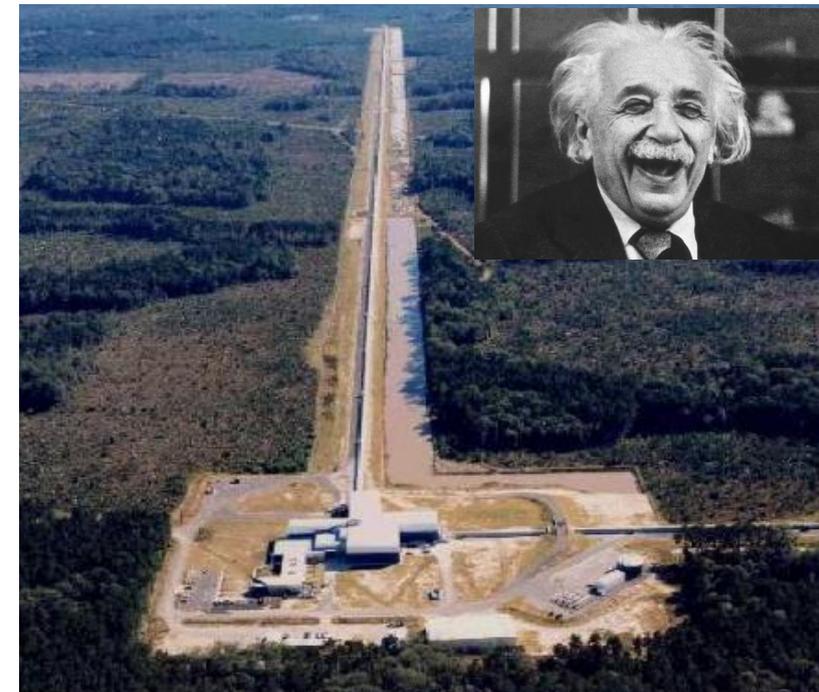
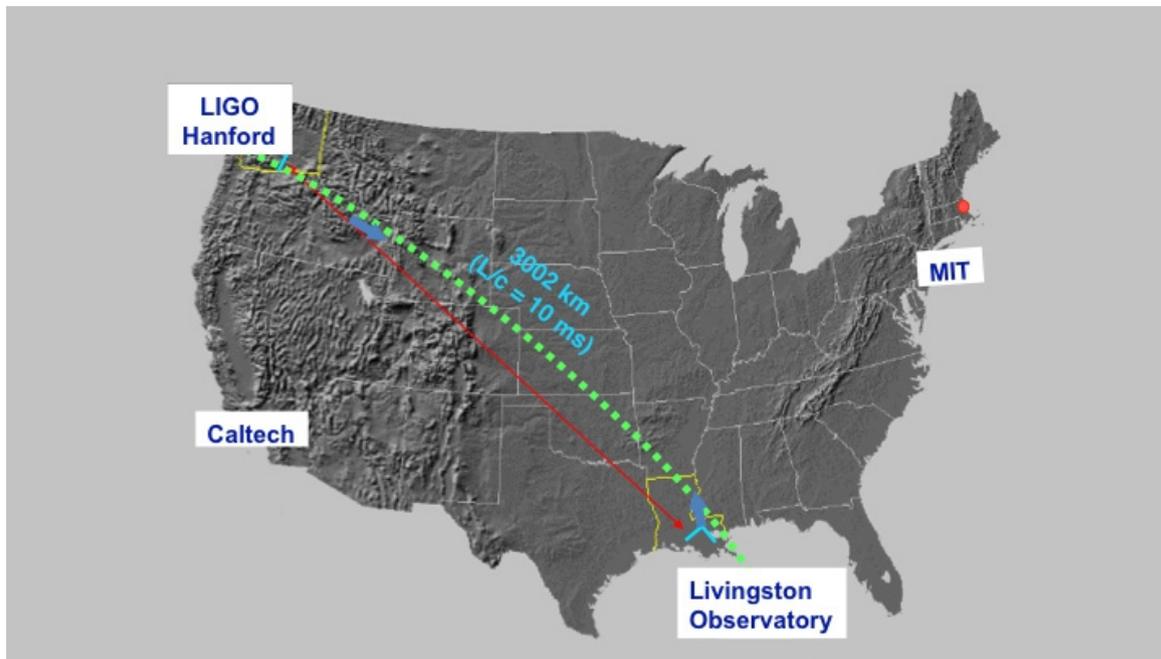
# Descoberta das Ondas gravitacionais-2016

1,3 bilhões de anos luz

Hanford, WA

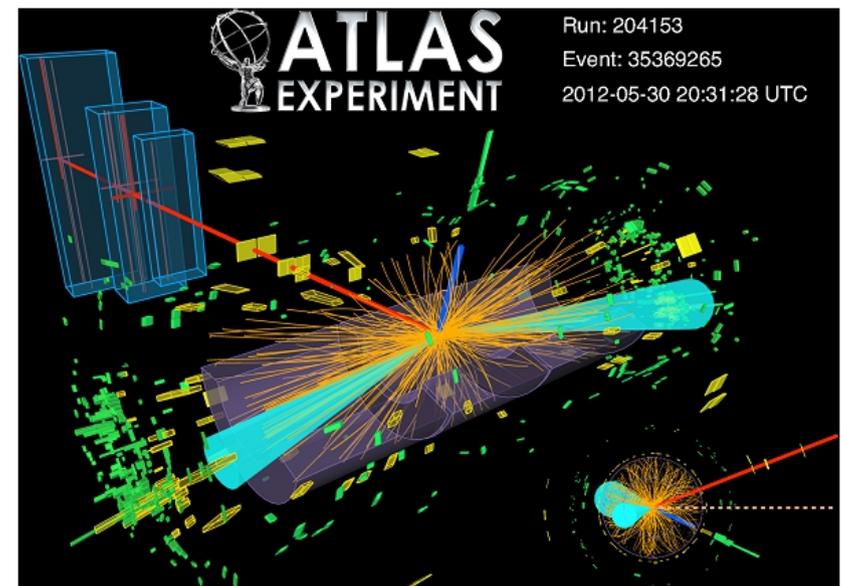
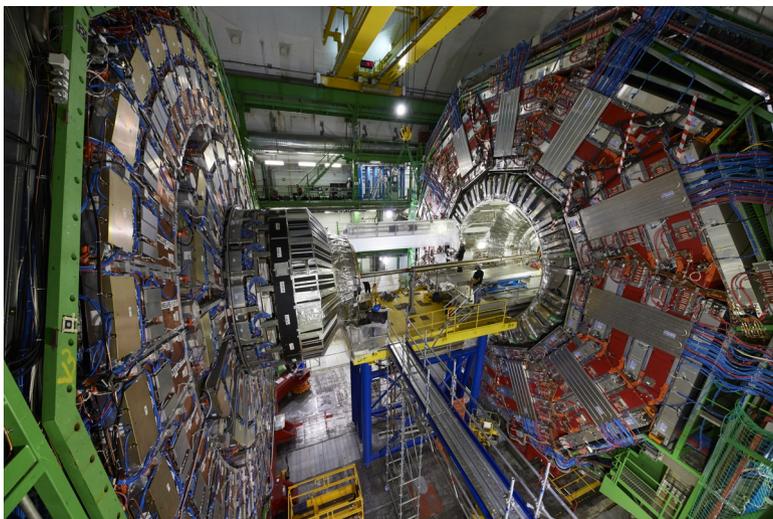
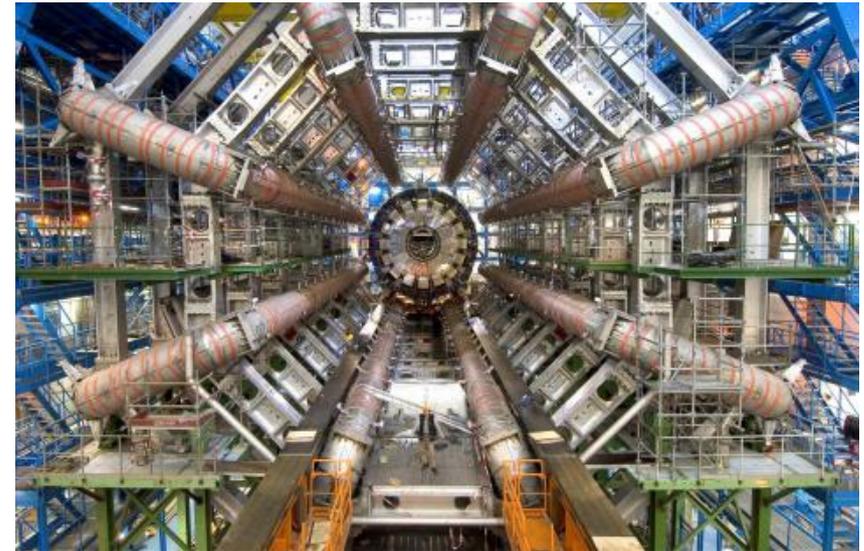


Livingston, LA



# Descoberta do Bóson de Higgs

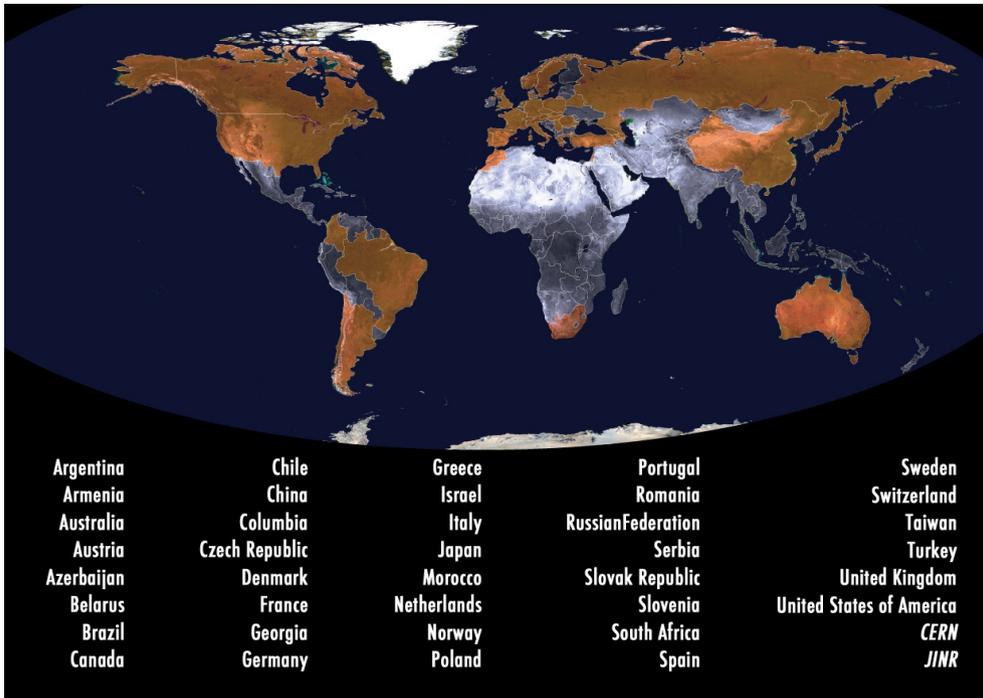
Large Hadron Collider (LHC)



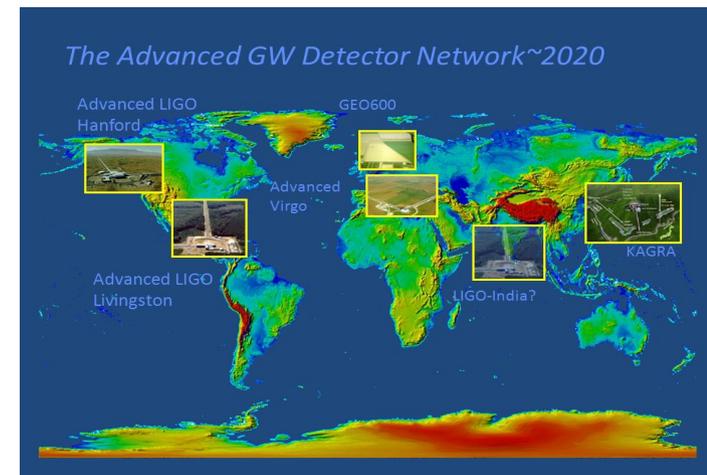
# Colaboração Internacionais

ATLAS: 38 países, 198 institutos, total de 3000 cientistas, engenheiros e estudantes

CMS: 47 países, 202 institutos, total de 3500 cientistas, engenheiros e estudantes



LIGO: 18 países, 100 institutos, total de 1000 cientistas, engenheiros e estudantes

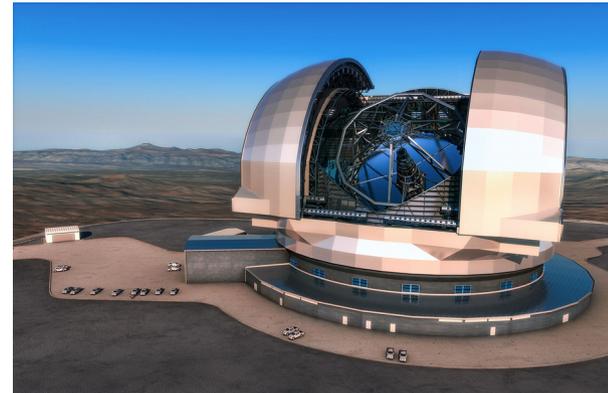


# Colaborações Internacionais

## Fusão Nuclear-ITER

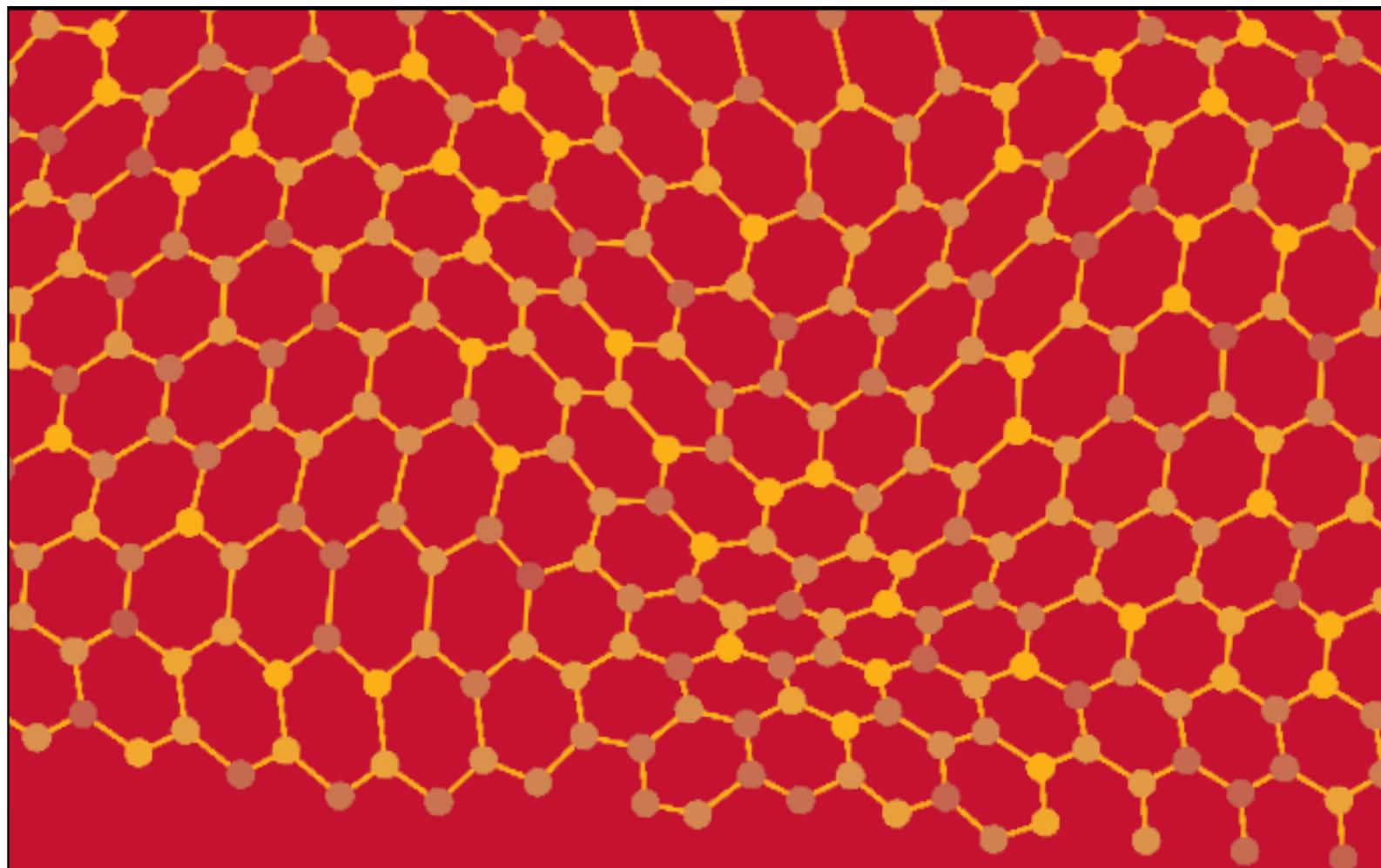


## Astronomia -ESO



## Raio-X - XFEL





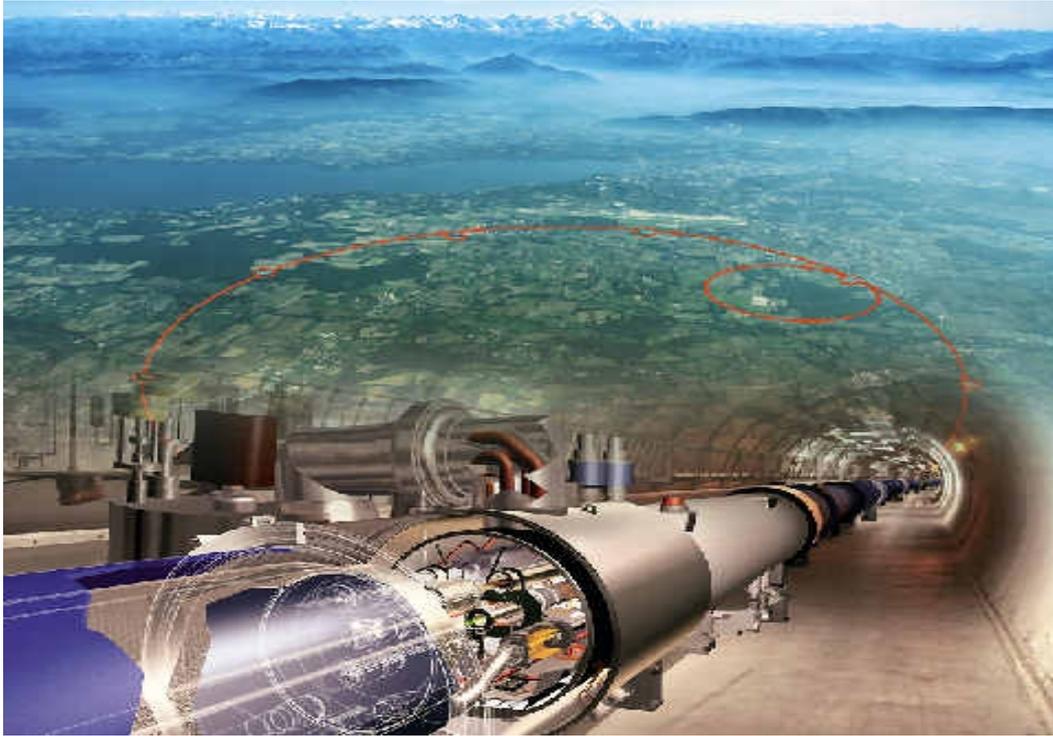
Knowledge, networks and nations  
Global scientific collaboration in the 21st century



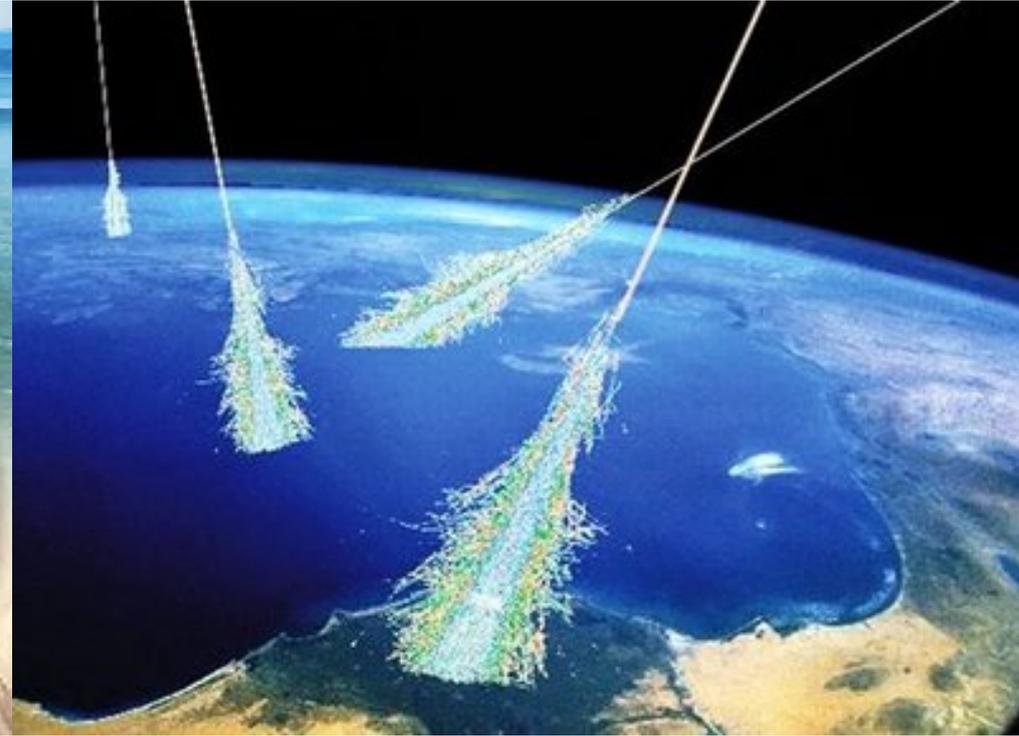
THE ROYAL SOCIETY

# Rede Nacional de Física de Altas Energias -RENAFAE

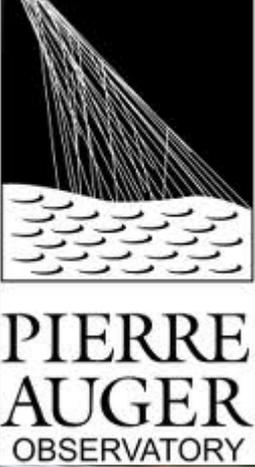
## Aceleradores de Partículas



## Raios Cósmicos Ultra Energéticos



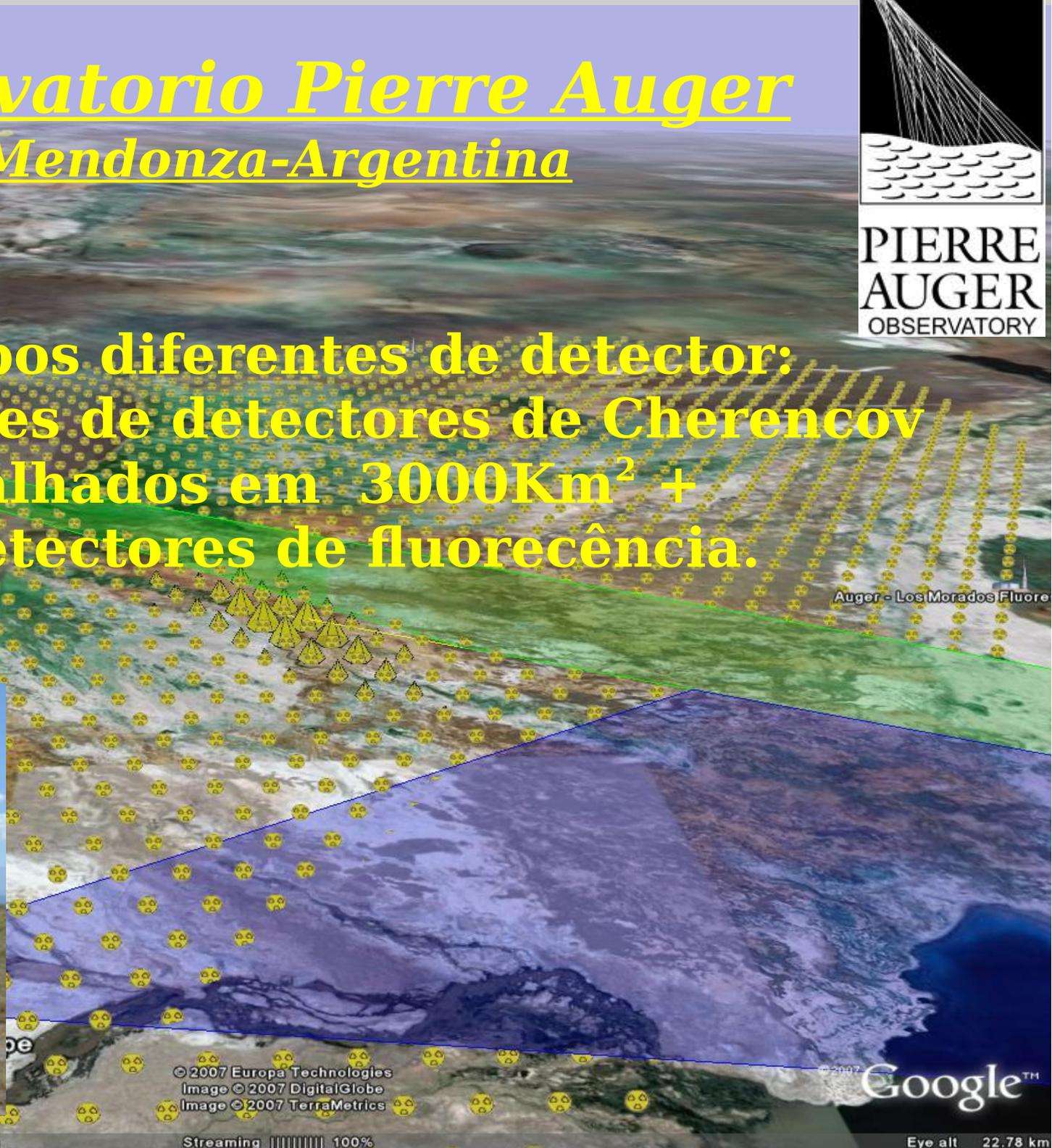
# Observatorio Pierre Auger Mendoza-Argentina



Dois tipos diferentes de detector:  
1600 tanques de detectores de Cherenkov  
espalhados em 3000Km<sup>2</sup> +  
Seis detectores de fluorescência.



Pointer 19 H 471689.88 m E 6094829.17 m S elev 1371 m



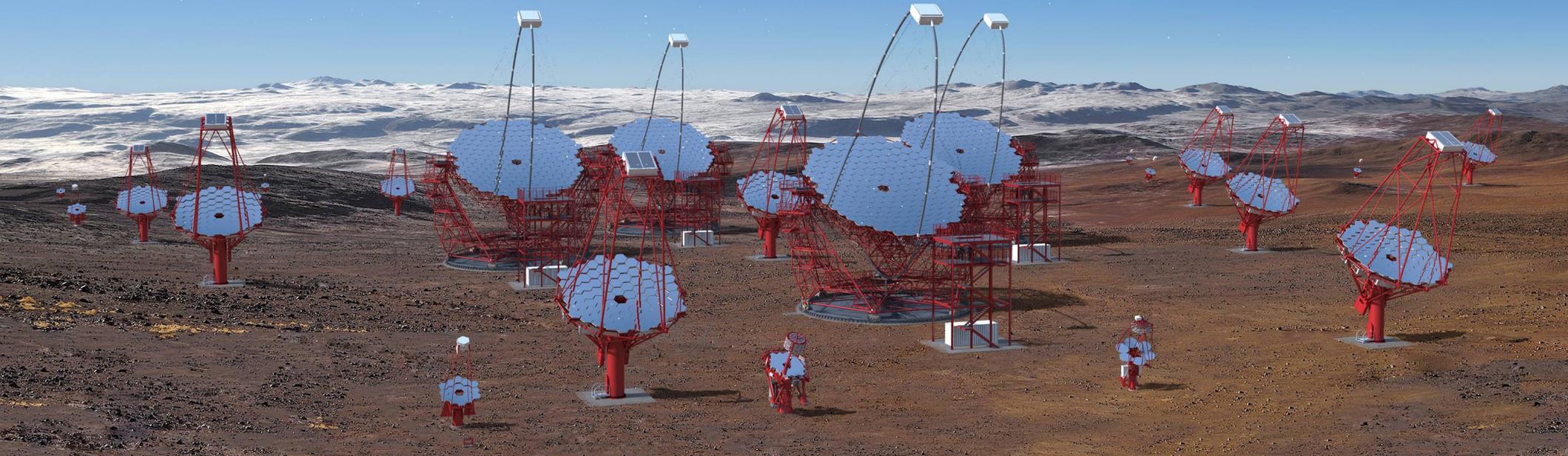
© 2007 Europa Technologies  
Image © 2007 DigitalGlobe  
Image © 2007 TerraMetrics

Google™

Streaming ||||| 100%

Eye alt 22.78 km

Telescópio para detecção de  
raios gama  
com energias entre 20GeV e 300.000GeV



cherenkov  
telescope  
array

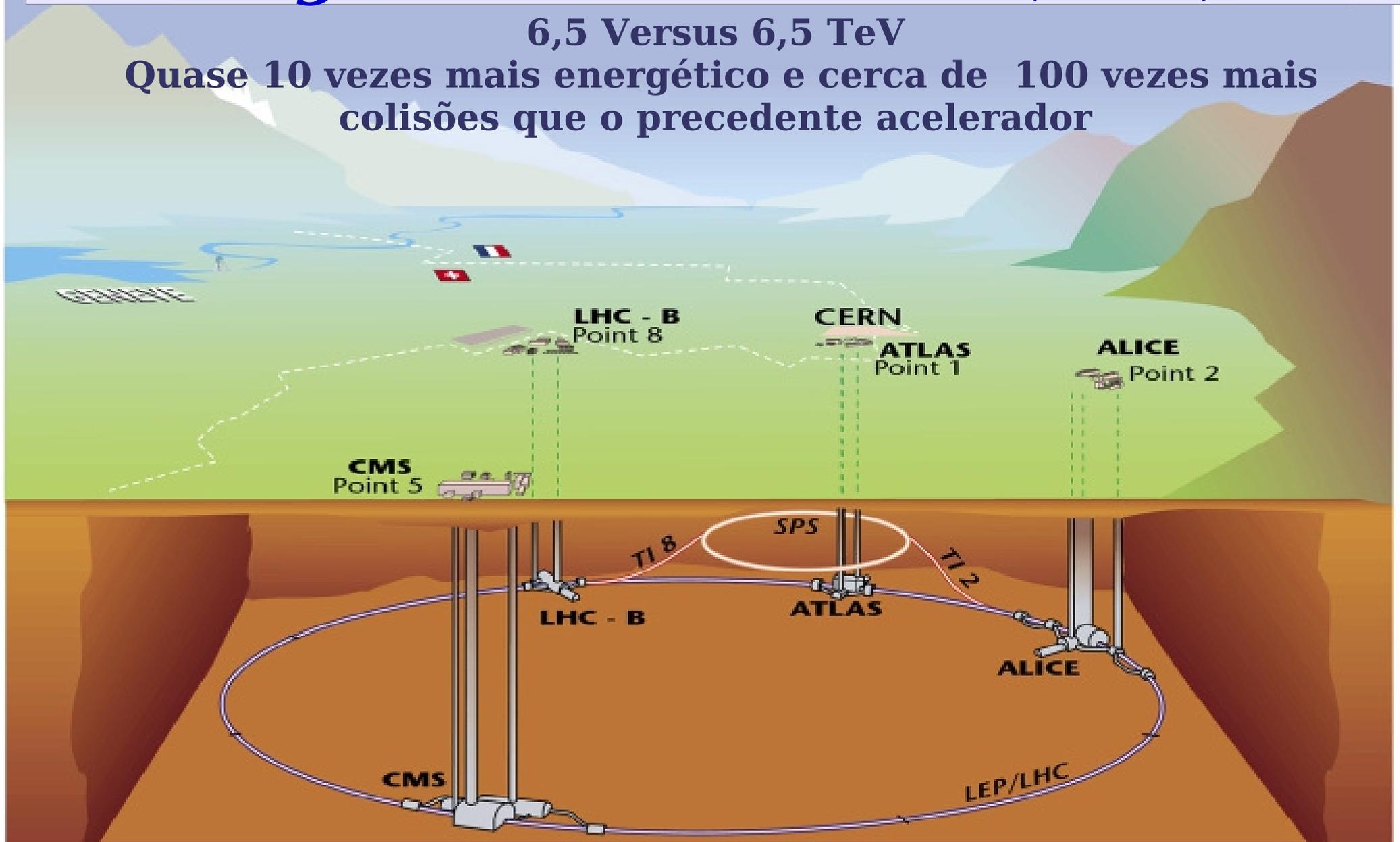
Três tipos diferentes  
de telescópios:  
70 pequenos, 25 médios e  
quatro grandes



# Large Hadron Collider (LHC)

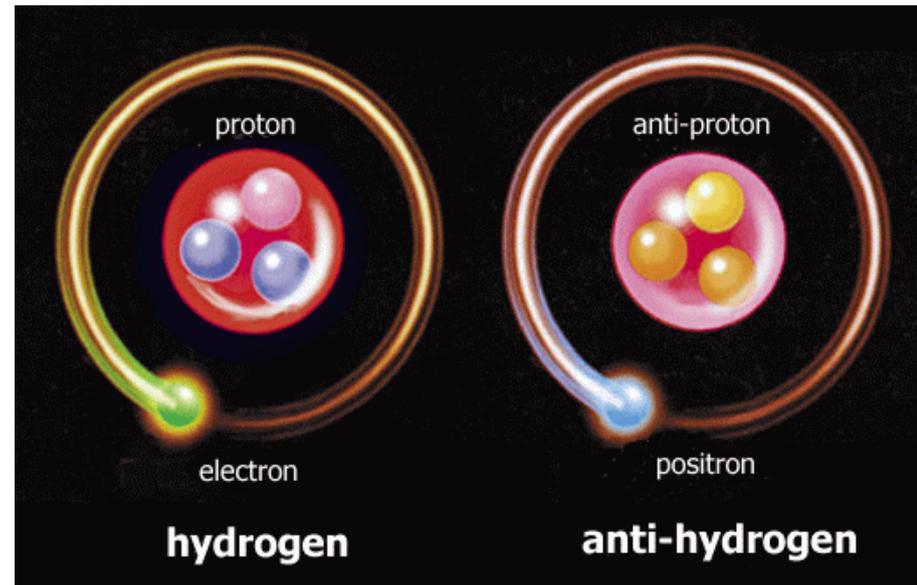
6,5 Versus 6,5 TeV

Quase 10 vezes mais energético e cerca de 100 vezes mais colisões que o precedente acelerador

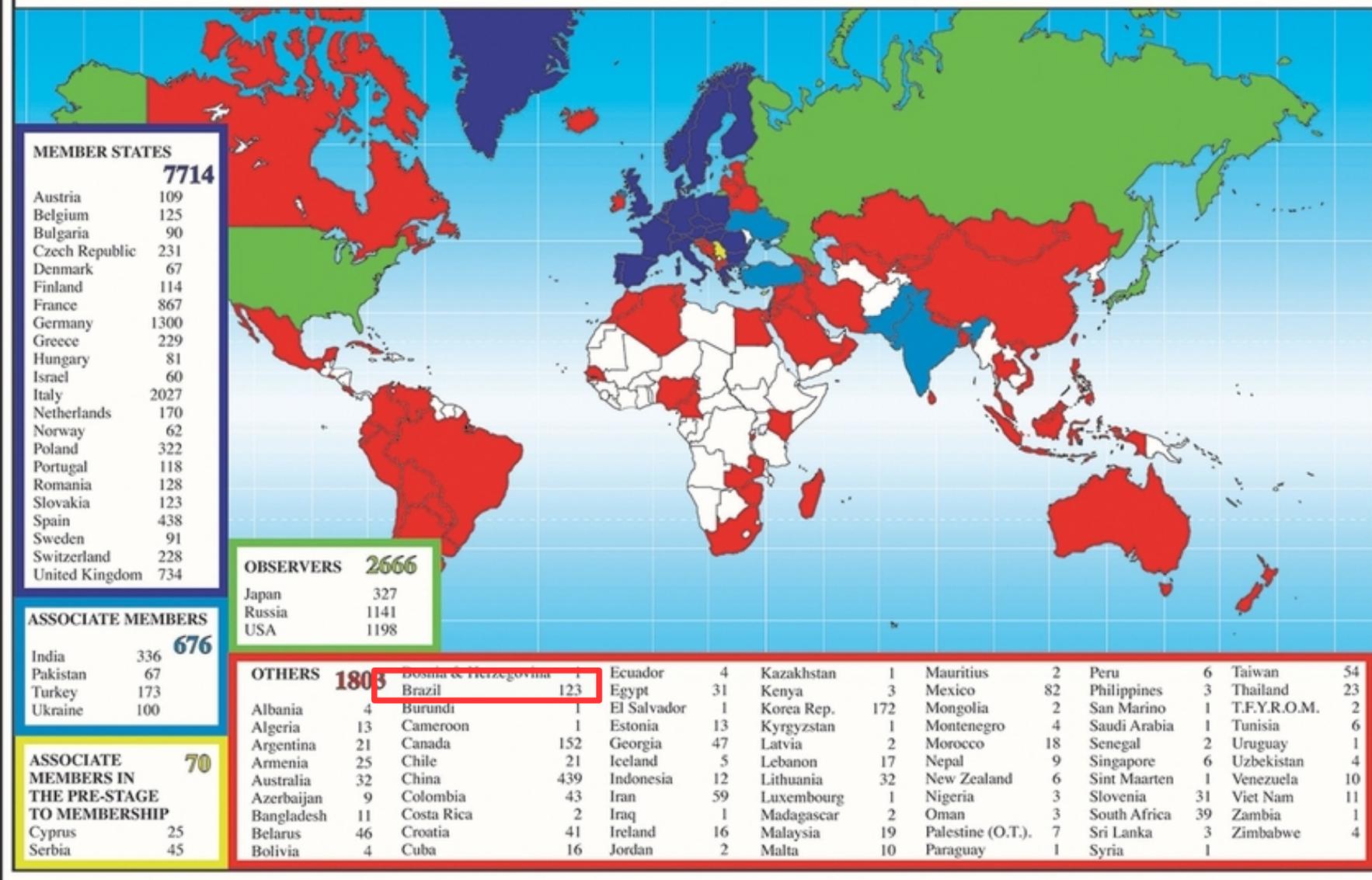


# Produção de anti-hidrogênio

Pequena colaboração



# Distribution of All CERN Users by Nationality on 20 January 2017

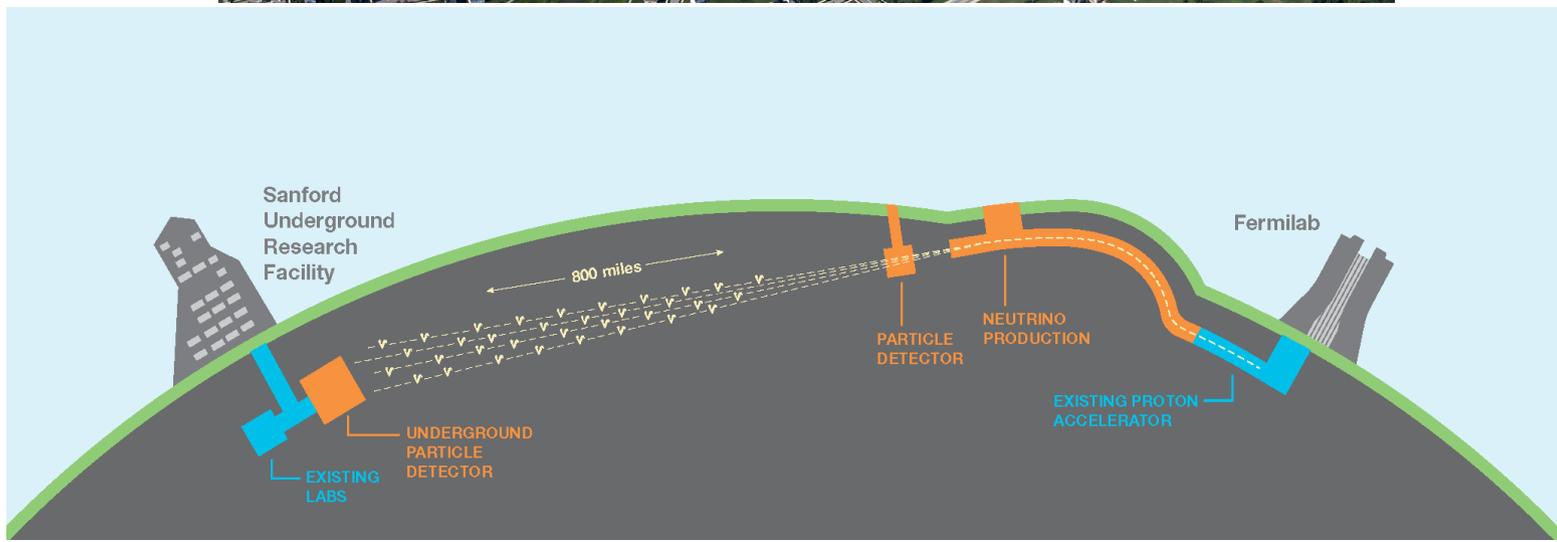
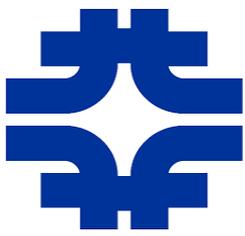


➤ Mais de 12.000 cientistas, engenheiros e estudantes de cerca de 90 países

➤ Brasil 123 usuários

➤ Abaixo da China, Canada e Coreia.

# Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE)-Fermilab





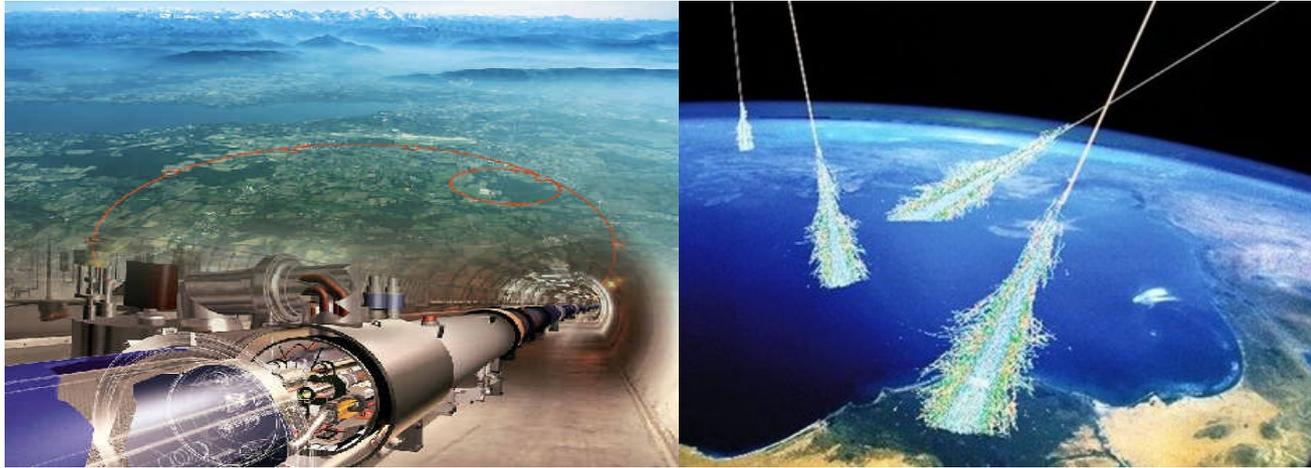
## **Envolvimento dos países nestes grandes projetos científicos**

- ***Conhecimento adquirido e seus efeitos culturais***
- ***Desenvolvimento do capital humano***
- ***Desenvolvimento tecnológico***
- ***Envolvimento das empresas nacionais na aquisição e produção destas novas tecnologias***

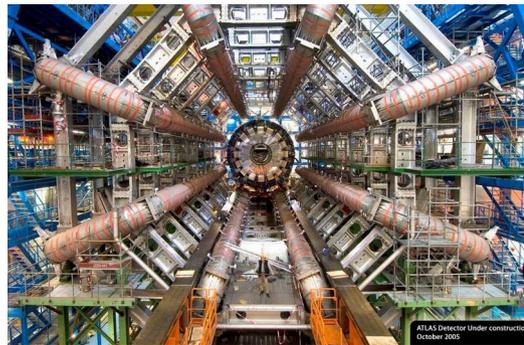
## *Física na fronteira do conhecimento*

- Origem da matéria
  - Plasma de quarks e glúons
  - Assimetria matéria antimatéria
  - Como funciona a antimatéria
  - Fonte dos raios cósmicos de energias extremas
  - Neutrinos e suas oscilações
- 
- Milhares de cientistas, engenheiros, estudantes de todas os níveis envolvidos em dezenas de aceleradores e observatórios de astro partículas
  - Publicação de cerca de 1000 artigos científicos e de instrumentação, envolvendo as interações fundamentais da natureza e as tecnologias desenvolvidas.

# Tecnologias envolvendo a área:



**Aceleradores**

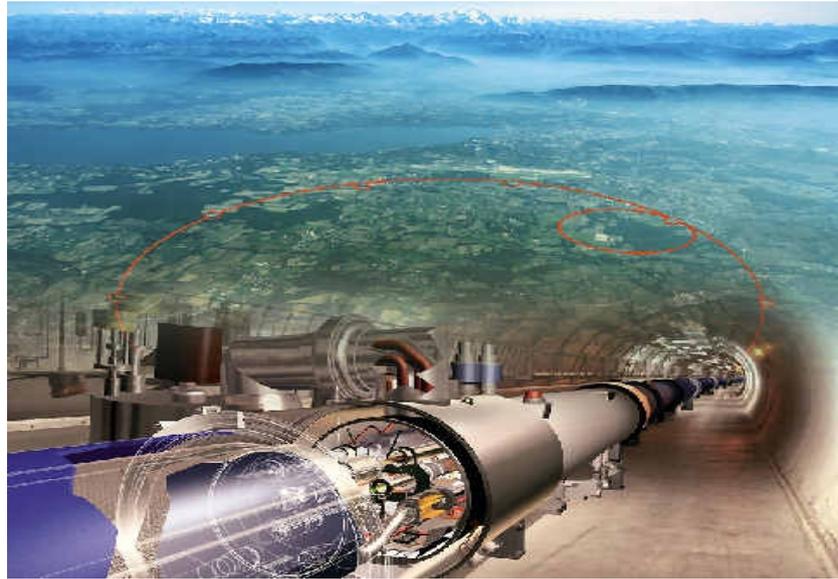


**Detectores**



**Computação**

# Física de Aceleradores



- ◆ 27 quilômetros de circunferência
- ◆ 1740 magnetos super condutores de 14m cada
- ◆ Temperatura nos supercondutores de  $271^{\circ}\text{C}$  negativos
- ◆ 3.000 bilhões de prótons em cada direção
- ◆ Energia por próton, equivalente a sete mil vezes a sua massa.
- ◆ 10 bilhões de dólares.

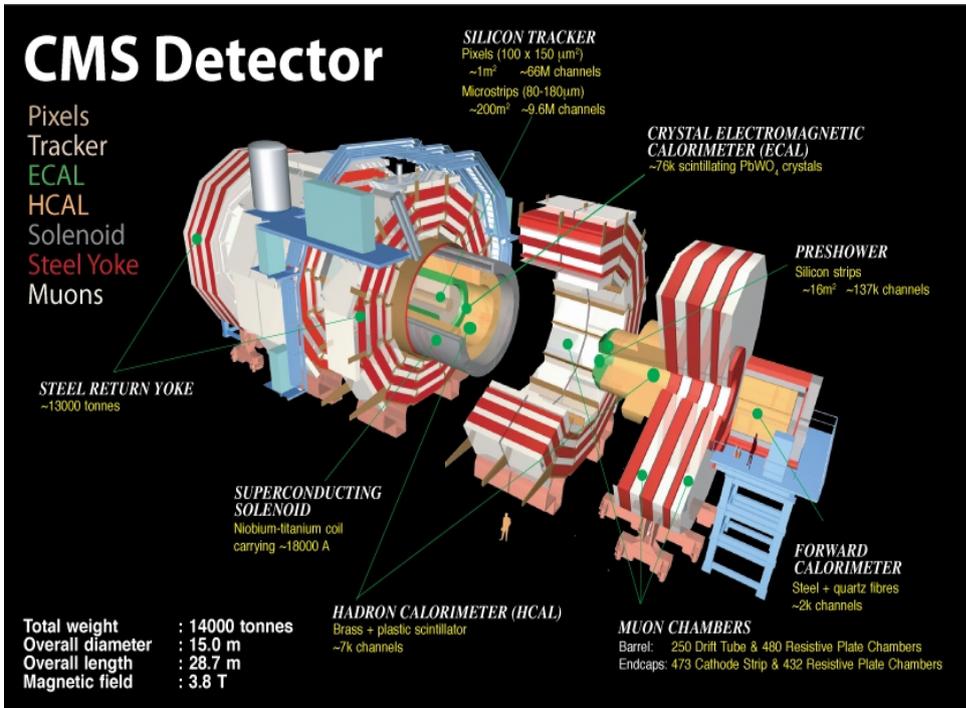
**Quem são os brasileiros que constroem um acelerador de partículas**



*Terapia com aceleradores de próton.*

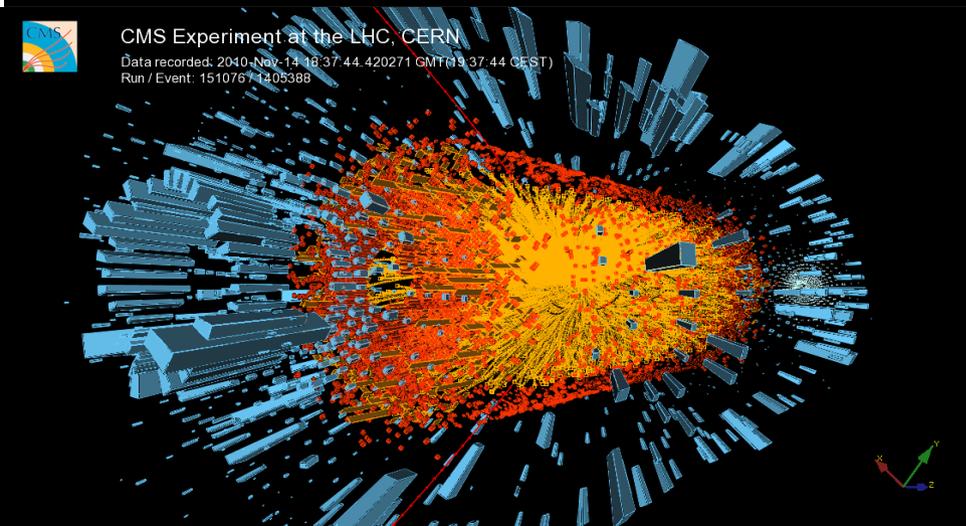


# DETECTOR CMS:



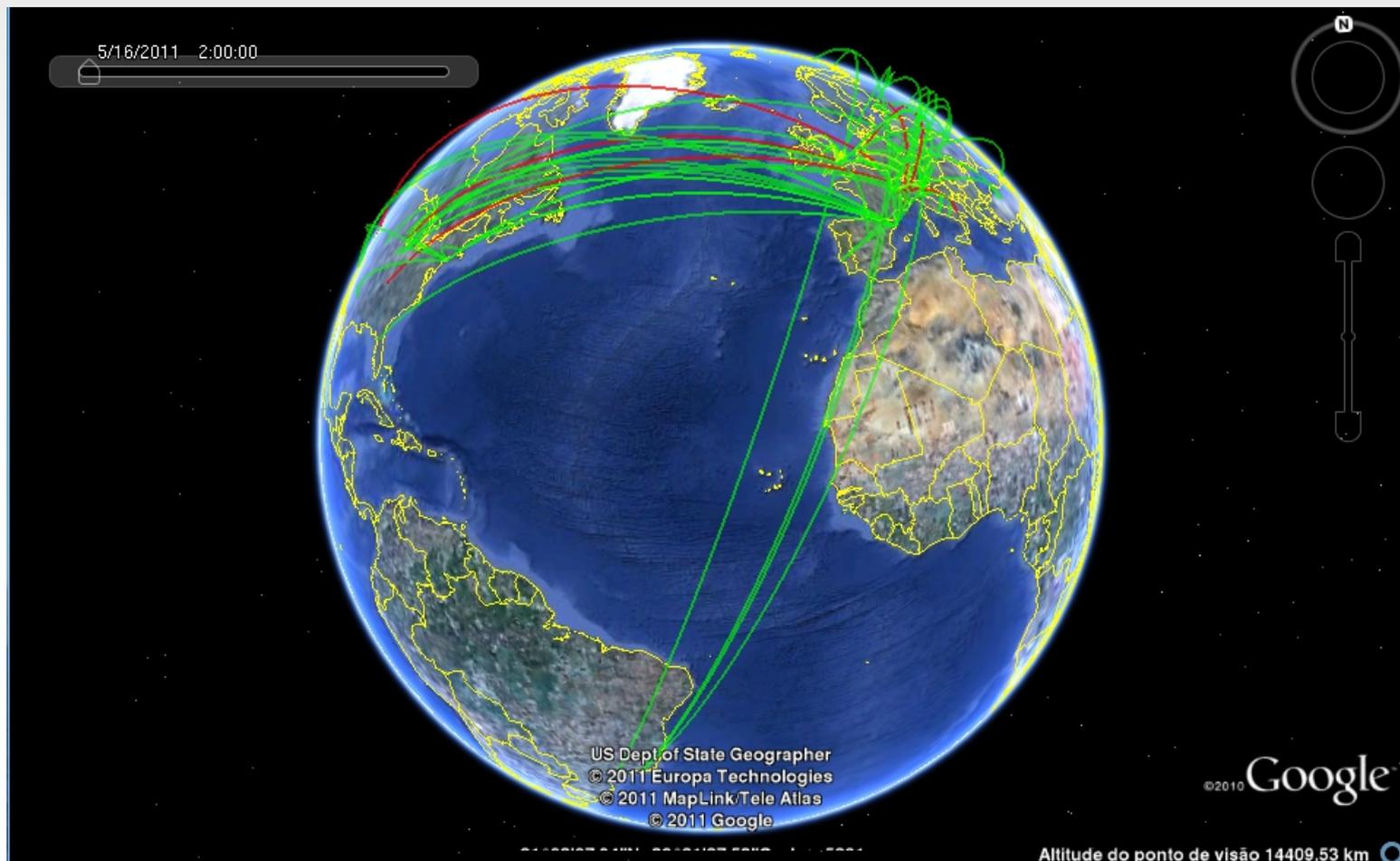
- ◆ 150 Milhões de sensores
- ◆ Leitura de 40 Milhões de colisões por segundo.
- ◆ 220 MB/sec gravados em disco.

- ◆ Tecnologia de detecção
- ◆ Tecnologia de Materiais
- ◆ Eletrônica de velocidades de nano-segundo
- ◆ Tecnologias de leitura e transmissão de dados de alta velocidade

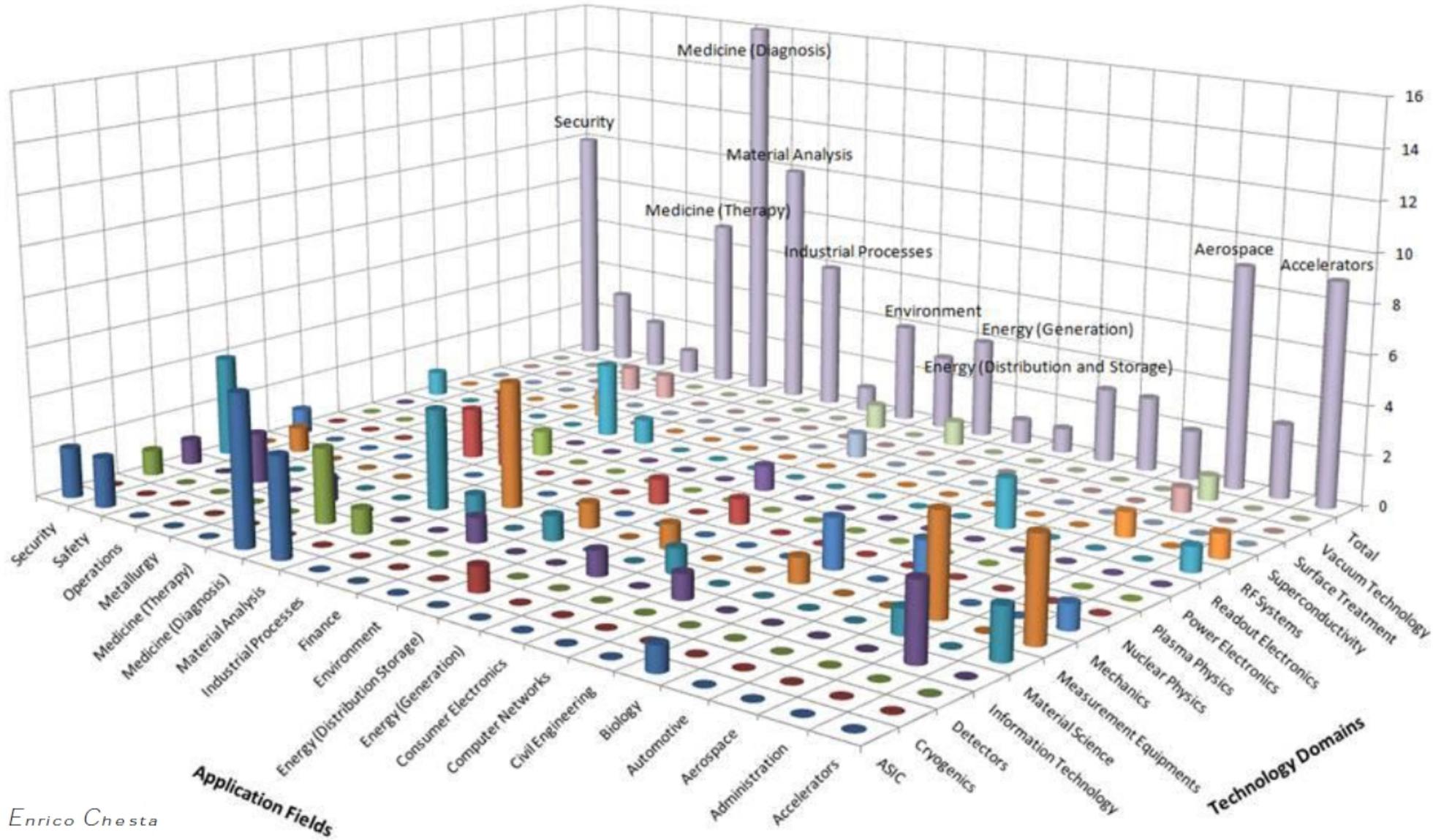


# Computação de alto desempenho Grid

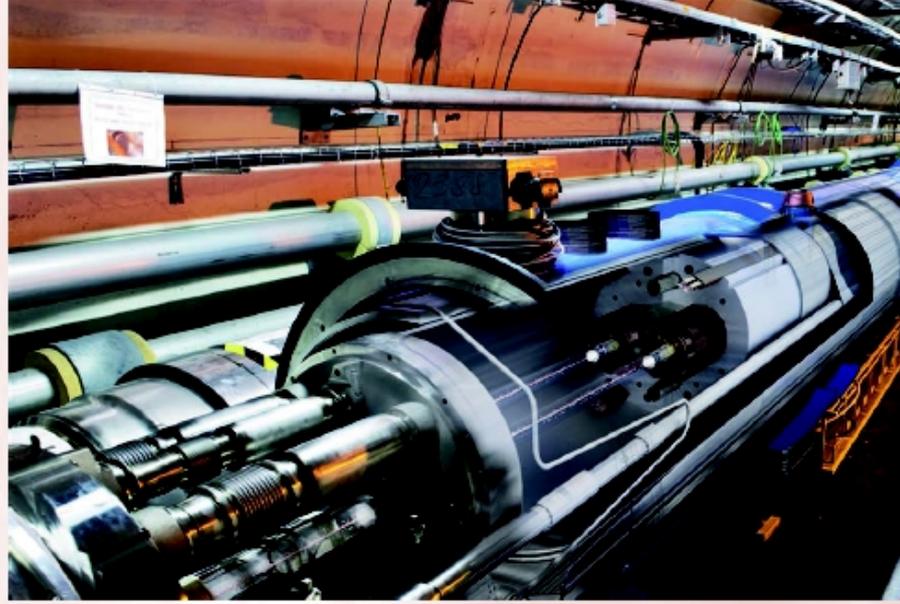
Sistema LHC de computação em Grid Integra:  
cerca de 400.000 processadores,  
distribuídos em 200 diferentes centros de computação  
presente em 34 países.



# Tecnologias envolvendo a área:



# SPANISH INDUSTRY CAPACITIES AND ACTIVITIES IN PARTICLE PHYSICS



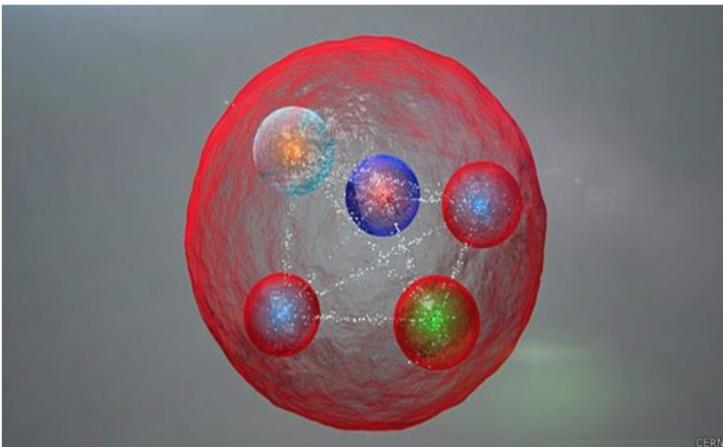


**FÍSICA** Cobrindo área três vezes maior que o Rio, Pierre Auger vai investigar mistério de partícula espacial ultra-energética  
**Mega-observatório captura raio cósmico**

**Depois da 'partícula de Deus', cientistas descobrem o pentaquark**

Observação de nova partícula foi anunciada pelos pesquisadores que trabalham no Grande Colisor de Hádrons, na fronteira entre a França e a Suíça.

Paul Rincon  
Editor de Ciência da BBC News



Uma ilustração de uma configuração possível de quarks em uma partícula pentaquark (Foto: CERN/BBC)

**CIÊNCIA**  
**Pesquisadores brasileiros aguardam parceria com o CERN**

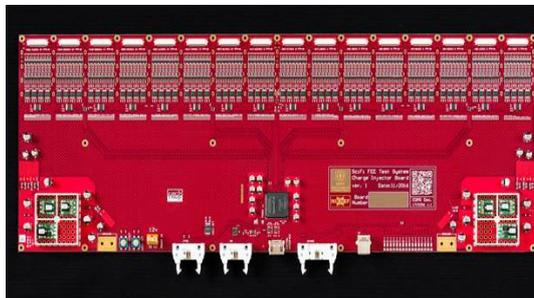
**O despertar do gigante**



O anúncio de uma partícula de cinco quarks, o pentaquark, em 2012, enquanto ainda se discute a existência dos prótons e nêutrons.  
Rafael Garcia, do CERN

O ano de 2015 termina com a notícia de que o CERN, o maior laboratório de física que ainda existe, está se preparando para o lançamento do novo acelerador de partículas LHC-II. O projeto, liderado por uma equipe de físicos brasileiros, vai permitir que o LHC opere a uma velocidade de 100 metros por segundo, o que permitirá a produção de uma quantidade de dados nunca antes vista. A expectativa é que os resultados sejam publicados em 2016, o que permitirá aos físicos brasileiros aprofundar sua pesquisa.

**Dispositivo desenvolvido no CBPF testará eletrônica do detector LHCb, do CERN**



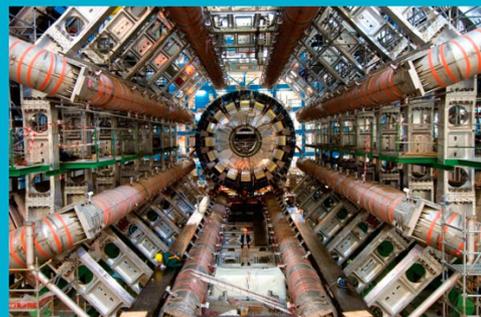
**Em busca dos mistérios da antimatéria**

Medição mais precisa da carga do anti-hidrogênio aprofunda problema cosmológico que está na essência de nosso Universo



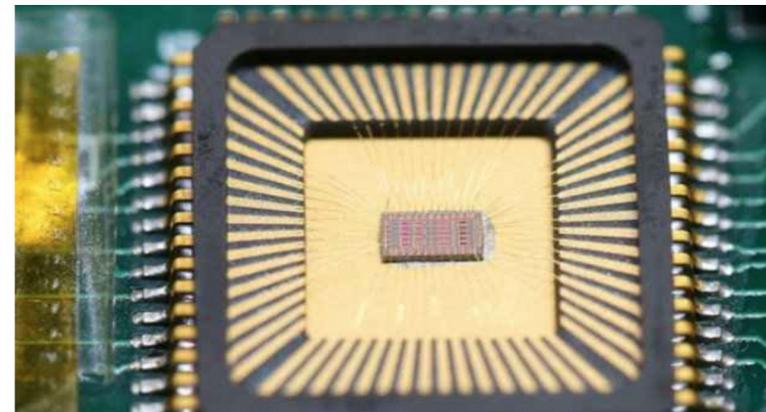
Nilson Marcos Dias Garcia  
Organizador

**Nós, professores brasileiros de Física do Ensino Médio, estivemos no CERN**



**Brasil terá peça em acelerador de partículas**

Sensor desenvolvido por grupo liderado por USP e Unicamp estará no LHC em 2018



**Brasileiros contam como é 'sonho' de atuar no maior laboratório do mundo**

**Brasileiros no Cern**

G1 conversou com cinco pesquisadores de perfis diferentes ligados ao laboratório

- O local**  
NOME Denis Oliveira Damazio  
ÁREA física  
INSTITUIÇÃO Laboratório Nacional de Brookhaven (EUA)  
“O Cern é o maior laboratório, é onde todo físico quer trabalhar”
- O veterano**  
NOME Alberto Santoro  
ÁREA física  
INSTITUIÇÃO Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
“A física forma gente que aprende a pensar. São pessoas que lidam diariamente com problemas insolúveis”
- A resolvedora de problemas**  
NOME Carmen Maidantchik  
ÁREA engenharia de software  
INSTITUIÇÃO Universidade Federal do Rio de Janeiro  
“Nunca tive problemas de trabalhar com muitos homens nessa área porque a área é tão complexa que passa por cima das questões de gênero”
- O empreendedor**  
NOME Rodrigo Coura Torres  
ÁREA engenharia eletrônica  
EMPRESA Nemesys  
“Conseguí adquirir estas ferramentas e agora tento pôr no mercado de trabalho. Senão, é mais uma técnica na gaveta”
- O aprendiz**  
NOME Danilo Ferreira de Lima  
ÁREA física  
INSTITUIÇÃO Universidade de Glasgow (Escócia)  
“Foi só quando eu entrei na iniciação científica que eu vi que gostava daquilo”

# *Subprodutos associado as nossas atividades em detectores*



## Colaborações internacionais (8)

Experimento	Número de Instituições	Número de Pesquisadores e Pos-docs	Número de Técnicos e Tecnologistas	Número de Estudantes	Total de pessoas por experimento
ALICE (CERN)	3	11	4	11	26
ALPHA (CERN)	1	2	2	2	6
ATLAS (CERN)	6	18	8	15	41
AUGER (Argentina)	8	20	9	10	39
CMS (CERN)	6	30	18	18	66
CTA (Chile)	3	8	1	1	10
LHCb (CERN)	5	21	7	5	33
NEUTRINOS (varios)	9	17	7	8	32
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>127</b>	<b>56</b>	<b>70</b>	<b>253</b>

**Aumento do número de pesquisadores e pós-doutorando de 80% desde 2010.**

## Instituições brasileiras (20)

CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
PUC-Rio - Pontifícia Universidade Católica do R.J.  
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
UFABC - Universidade Federal do ABC  
UFBA - Universidade Federal da Bahia  
UFF - Universidade Federal Fluminense  
UFG - Universidade Federal de Goiás  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFPR - Universidade Federal do Paraná  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
    UFRJ - Instituto de Física  
    UFRJ - Coppe  
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos  
UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro  
UNESP - Universidade Estadual de São Paulo  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
UNICSUL - Universidade Cruzeiro do Sul  
USP - Universidade de São Paulo  
    USP - Instituto de Física de São Carlos  
UEFS - Universidade Estadual de Feira da Santana  
UNIFAL/MG - Universidade Federal de Alfenas (MG)  
UFSJ - Universidade Federal de São João Del Rei (MG)

## **Custos associados a participação nestas colaborações experimentais.**

- ◆ Construção ou remodelação do aparato experimental

  - Desenvolvimento de detectores e sua eletrônica
  - Construção dos diversos componentes dos detectores

- Memorando de Entendimento (M&U)

- ◆ Manutenção e operação do experimento (M&O)

  - Pagamento de pessoal de apoio
  - Infraestrutura
  - Gases para os detectores
  - Energia elétrica
  - Computação
  - Eletrônica e etc

- Manutenção e Operação (M&O) divisão em partes iguais entre todos os participantes

## **Física de Altas Energias:**

- 1 - Trabalho em colaborações internacionais.**
- 2 - Organização em grupos.**
- 3 - Projetos de longa duração.**



# ***Financiamento da ciência brasileira***

- ◆ Dificuldades de assinar acordos internacionais de cooperação

Proposta de entrada do Brasil no CERN está parada desde dezembro de 2013

Pre-acordo assinado pelo MCTI em junho de 2015 com o DOE para colaboração com o Fermilab,

- ◆ Fortemente baseado no pesquisador individual

Bolsa de pesquisa

Bolsa de mestrado, doutorado e pós-doutorado individualizados

Pequenos projetos em chamadas específicas

- ◆ Maior parte do financiamento é de curto prazo

Ciência e tecnologia no Brasil demasiadamente vinculadas ao vai e vem dos governos

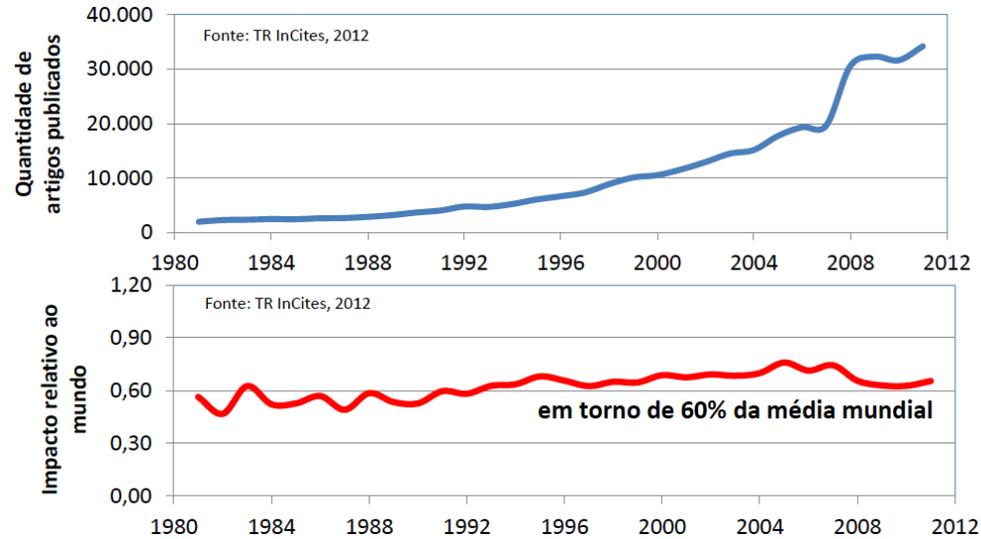
Teria que se transformar em uma política de estado, envolvendo várias agências ligados a indústria e comércio, relações exteriores e um maior envolvimento do parlamento na definição das políticas científicas.

Obrigado

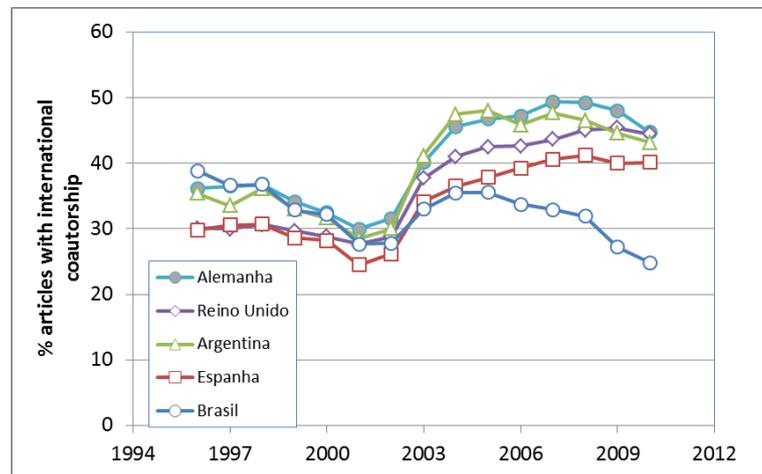
*Backup*

# Desempenho da Ciência brasileira

## Produção científica brasileira em revistas indexadas



Diminuiu proporcionalmente a cooperação internacional na produção científica brasileira



# WORKSHOP RENAFAE 2017

SEXTA-FEIRA 11 DE AGOSTO

## INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA EM FÍSICA DE ALTAS ENERGIAS NO BRASIL



Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Rua Doutor Xavier Sigaud 150, Urca  
Auditorio Ministro João Alberto Lins de Barros  
Tel: (21) 2141-7511

RIO DE JANEIRO

Horário	experimento	palestrante	Instituto	título	tempo (minutos)
09:00	ALICE	Marco Bregant	USP	O chip SAMPA	20
09:20	LHCb	Andre Massafferri	CBPF	Desenvolvimento do sistema de validação para a eletrônica de Front-end do novo tracker do experimento LHCb. (SciFi)	20
09:40	CTA	Elisabete de Gouveia Dal Pino	USP/IAG	Desenvolvimento end-to-end dos telescópios precursores de pequeno "ASTRI" do CTA	15
09:55	CTA	Ulisses Barres	CBPF	Estrutura de alinhamento dos espelhos para os telescópios de grande porte "LSTs" do CTA	15
10:10	coffee				
10:30	CMS	Diego Figueiredo	UERJ	A Participação brasileira na Instrumentação dos Roman Pots no CMS/CERN.	15
10:45	ATLAS	Augusto Santiago Cerqueira	UFJF	Múon trigger (nível 1) assistido por calorimetria, estimação (online) de energia	20
11:05	ATLAS	Werner Freund	UFRJ/COPPE	Trigger de elétrons (primeiro e segundo níveis), calorimetria com multi-anodos	20
11:25	ATLAS	Marco Leite	USP	O sistema de trigger de primeiro nível do calorímetro eletromagnético de argônio líquido do ATLAS para a Fase-I do programa de atualização do LHC	20
11:45	ALPHA	Daniel Miranda	UFRJ	Instrumentação brasileira no ALPHA	20



12:05	almoço				
13:05	CTA	Marcelo Leigui	UFABC	Suporte mecânico das câmeras do telescópio de médio porte "MST" do CTA	15
13:20	NEUTRINOS (FNAL)	Ettore Segreto	UNICAMP	Projeto ARAPUCA um novo conceito de detector de luz para Large time projection chambers	20
13:40	AUGER	Carola Dobrigkeit Chinellato	UNICAMP	Construção de detectores RPC para medidas de alta precisão de múons em chuviscos atmosféricos	20
14:00	AUGER	Anderson Fauth	UNICAMP	Teste de fotomultiplicadoras para o upgrade do Observatório Auger	20
14:20	CMS	Lucas Ramalho	UNESP	Level 1 Tracker Trigger for the Phase-2 Upgrade	20
14.40	ALICE	Hugo Natal da Luz	USP	Detetores à Gás MPGD	20
15:00	COFFEE				
15.20	NEUTRINOS	Rafael Nobrega	UFJF	Situação atual, transferência para Angra II e perspectivas futuras	15
15.35	NEUTRINOS	Carla Bonifazi	UFRJ	Experimento CONNIE para detecção de neutrinos com CCDs na usina nuclear de Angra II	15
15.50	CMS	HelioNogima	UERJ	Upgrade do Calorímetro Frontal (HF) do CMS e a participação brasileira	15
16:05	LHCb	Kazu Yoshi Carvalho Akiba	UFRJ	Passado, Presente e Futuro em instrumentação de detectores de vértices.	20
16:25	LFCb	Kazu Yoshi Carvalho Akiba	UFRJ	Fibras óticas para transporte de dados no LHCb	15
16:40	CMS	Rogério Iope	UNESP	Parallelization of HEP Software and a Defined Networking Controller for the WLCG: the Industry Leverage of HEP Instrumentation	20