



SPRACE

# SPRACE Outreach Activities and Initiatives

*SANDRA S. PADULA, PEDRO G. MERCADANTE, CLEIDE M.  
RIZZATO, VALÉRIA S. DIAS, NELSON BARRELO JUNIOR,  
FERNANDO L. C. CARVALHO,  
(Organizers of MasterClass at SPRACE)*

# Panorama of this talk

## Activities and outreach material promoted by SPRACE

- (São Paulo Research and Analysis Center)
- ❑ **CMS comics:** on the CMS detector of LHC/CERN (translation to Portuguese)
- ❑ **Book: Higgs boson** for Elementary School teachers and students
- ❑ **App on Particle Physics in** Portuguese (free), for iOS and Android (soon!)
- ❑ **SPRACE Game:** video game for playing with elementary particles
  - Free! Available on line
- ❑ **Poster on Particle Physics and the Standard Model das Partículas:** updating the Periodic Table with fundamental constituents of matter
- ❑ **Internacional MasterClass Event:**
  - Universities and Research Institutes open their doors to the High School audience
  - Students and teachers act as CERN Physicists for one day!
  - Simultaneous participation with students from several European and American cities
- ❑ **Workshop on Particle Physics:** for High School teachers
- ❑ **Encontro USP – Escola:** for High School Teachers

# CMS: CAÇADOR DE PARTÍCULAS



## COMO CONSTRUIR UM CAÇADOR DE PARTÍCULAS

O CMS ESTÁ EM UM PROFUNDO E GIGANTESCO COMPLEXO DE CAVERNAS, A PRINCIPAL DELAS POSSUE PARALELA TODA A POPULAÇÃO DE GENEVRA (DE NÃO CONFORTAVELMENTE, MAS APERTADOS COMO SARDINHAS EM LATA...)



ANTES DE SER ESCAVADO, O TERRENO EM TORNO DO POÇO TEM QUE SER CONGELADO COM NITROGENO LÍQUIDO PARA EVITAR ALAGAMENTO QUANDO A ESCAVAÇÃO ATINGISSE O LENÇOL FREÁTICO, UMA CAMADA DE ÁGUA A 40 M ABaixo DO SOLO.



OS POÇOS E CAVERNAS FORAM ESCAVADOS USANDO BATE-ESTACAS E ESCAVADORAS, TRABALHANDO CONTINUAMENTE POR QUATRO ANOS.



O CMS É DIVIDIDO COMO EM UM QUEBRA-CABEÇA DE 19 PARTES CIRCUNFERENCIAIS, BASEADAS CIRCUNFERENCIALMENTE ÀTÉ A CAVERNA DO EXPERIMENTO.

A PARTE MAIOR PESA 1000 TONELADAS, TEM 15 METROS DE ALTURA E AS PARTES MENORES SÃO MICROSCÓPICAS.

CENTENAS DE ESTUDANTES DESENVOLVERAM SEUS PROJETOS DE PESQUISA NO CMS.



A PARTIR DE 2007 O CMS PRODUZIU DADOS DE FÍSICA POR VELO MENOS 10 ANOS NÓS PRECISAMOS DE JOVENS CIENTISTAS, NÓS PRECISAMOS DE VOCÊ!

**LINKS**  
 (CERN) [HTTP://WWW.CERN.CH](http://www.cern.ch)  
 (CMS) [HTTP://CMS.CERN.CH](http://cms.cern.ch)

### CRÉDITOS

TEXTOS: ERIC VAILHABRY  
 ILUSTRAÇÕES: FREDERICK VIGANINI  
 PRODUÇÃO: MARISTE IMAGE  
 CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA: DAVID RASHBRY E ALINE GUEVARA  
 VERSÃO EM PORTUGUÊS: CENTRO REGIONAL DE ANÁLISE DE SÃO PAULO (CERN) - IRAPUI  
 DIREÇÃO: KARL GILL

UM PROJETO DE SIMULAÇÃO CIENTÍFICA DO CMS, EDUCATOR DE INSPIRAÇÃO DO CERN E SERVIÇO EDUCACIONAL DO CERN



# Cartoon: the CMS detector in Portuguese

## CMS: INVESTIGANDO AS QUESTÕES MAIS PROFUNDAS DO UNIVERSO



1 MILHARES DE PROTONES MAGNÉTICOS SUPERCONDUZORES CIRCUNFERENCIAIS DE FECHES DE PROTONES VELAS ENORMES ANGEL E DEPOIS FOCALIZAM ESSES FECHES ATÉ UMA ESPESURA MENOR QUE UM FIO DE CABELLO. PRONTOS PARA COLIDIREM OUTRE SI, ESTES MAGNÉTICOS SUPERCONDUZORES FUNCIONAM A -273C, MAIS FRIO DO QUE O ESPAÇO INTERESTELAR. O LHC É O MAIOR SISTEMA CRIOGÊNICO DA CERRNADO.

2 OS PROTONES DO LHC SÃO ACELERADOS PELO ANEL DE 27 KM DE DIÂMETRO DA LHC EM DOIS FECHES, MOVENDO-SE EM SENTIDOS OPPOSTOS.

3 O CMS CRIA TANTA ENERGIA QUE PARTÍCULAS QUE EXISTEM APENAS NO MUNDO EM ESCALA DE ATÔMOS, COMO A PARTÍCULA DE HIGGS, REAQUECEM O VÍDEO TERRESTRE.

4 A MICROSCÓPICA TRAJEÇÃO DE SEGUNDO PARTÍCULAS MAIS COMPLEXAS, DE DETECTORES ULTRA-RÁPIDOS E DE ALTA PRECISÃO, CADA CAMADA DE DETECTORES TEM UMA FUNÇÃO ESPECIAL: IDENTIFICAR E MEDIR TANTAS PARTÍCULAS QUANTO POSSÍVEL.

5 O CMS FOI MONITORADO EM LAMINAS FINAS A PARTIR DE MILHARES DE PARTES COM PRECISÃO DE RELÓDIO. CADA CAMADA DE DETECTORES TEM UMA FUNÇÃO ESPECIAL: IDENTIFICAR E MEDIR TANTAS PARTÍCULAS QUANTO POSSÍVEL.

6 EM TOTAL, TEM UM TONELADO DE DADOS É GERADO HOJE A CADA SEGUNDO, O QUE EQUIVALE EM VOLUME À INFORMAÇÃO CONTIDA NOS NÔMES E ENDEREÇOS DE TODA A POPULAÇÃO DA TERRA.



7 QUANDO PARA UMA PARTÍCULA NO DETECTOR.

8 PROFESSORES E INGENHROS TOAM ESSA INFORMAÇÃO E IMPLEMENTAM ALGORITMOS. PODEROSOS COMPUTADORES FILTRAM OS DADOS DE MODO QUE, A CADA SEGUNDO, APENAS OS RESULTADOS DOS MAIS COLIDIDOS MAIS INTERESSANTES SÃO ARMAZENADOS.

9 UMA ENERGIA BEM DE COMPARAÇÃO, O GRUPO ENVIAM OS DADOS DO CMS PARA O MUNDO INTERIO.

10 UM ESTUDANTE DE FÍSICA SENTADO EM FRENTE AO SEU PC EM QUALQUER LUGAR DO MUNDO PODE APROXIMAR O POISSO DOS MILHARES DE PCs DO CERN.

11 PARA PROGRAMAR POR COMPARAÇÃO PARA E ANIMA MÚLTIPLOS DADOS.

UNITE-SE A NÓS NA PARA A MAIS AN DE QUE E



## LEGOS, O GRUDE E O HIGGS

Sérgio F. Novaes

Do que as coisas são feitas? Você, os carros, a rua, as casas, os cadernos, o céu e o chão, as estrelas, será que tudo é feito da mesma coisa? Será que existem algumas peças bem pequenas com as quais conseguimos construir tudo o que existe no mundo?

Se com peças de Lego, de formas e cores diferentes, nós podemos construir um castelo, montar um automóvel ou fazer um avião, será que existem algumas peças com as quais montaríamos tudo que existe no Universo: a água, as pedras, os planetas e as estrelas, além de uma minhocinha, o gato do vizinho e de nós mesmos?

Essa pergunta – do que o Universo é feito? – tem sido feita há séculos. A ciência finalmente conseguiu encontrar uma resposta para essa pergunta. As partículas descobriam quais são as peças que compõem tudo. São como Legos minúsculos que formam tudo que conhecemos.

### Os Átomos

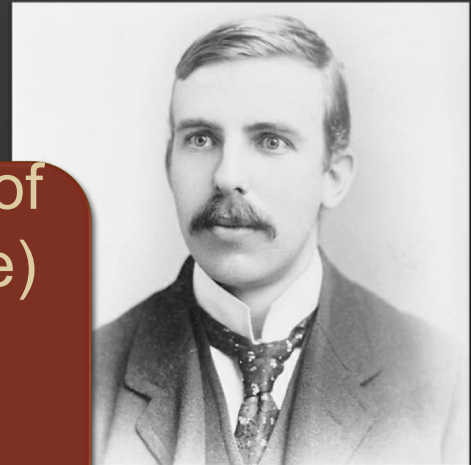
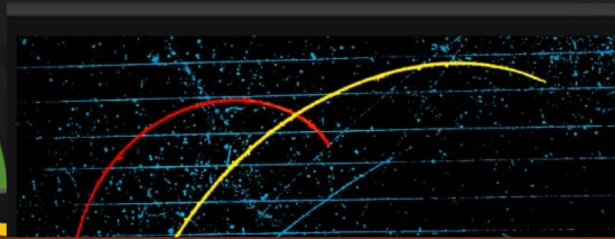
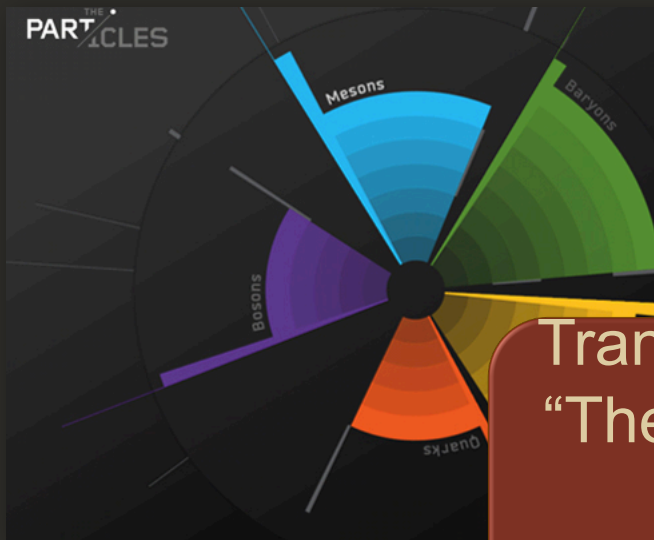
Lá na Antiguidade, os gregos estudiosos já se perguntavam de que tudo seria composto por átomos. Mas o tempo foi passando e os átomos podem ser divididos? E a resposta encontrada foi dada pelos gregos, que significa, "aquilo que não pode ser dividido". Os átomos são compostos de prótons e nêutrons, que juntos formam o núcleo. Mas a história não é assim simples.

Higgs boson for  
Elementary School  
Teachers and Students

Author: Sérgio F. Novaes

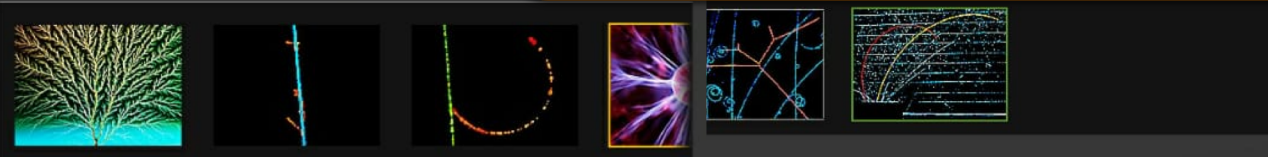
Co-author: Alice Ruiz

Illustrator: Leda Catunda



Translation to Portuguese of  
 “The Particle” (Frank Close)  
 For Android  
 (for iOS: coming soon)

🔍 Correntes elétricas – a



Rutherford.  
 Biblioteca do Congresso dos  
 EUA/Science Photo Library

Em termos humanos, os elétrons são as mais importantes de todas as partículas subatômicas. Elétrons, nas esferas exteriores dos átomos, dão

egando atrasado para uma reunião do mitê durante a Primeira Guerra ndial, Ernest Rutherford anunciou: u tenho me envolvido em perimentos que sugerem que o átomo pode ser artificialmente

Físico neo-zelandês e britânico famoso por descobrir o núcleo atômico, identificar formas de radioatividade e criar o campo da física nuclear. Embora ele seja mais conhecido por sua descoberta do átomo nuclear, seu Prêmio Nobel de 1908 foi em química, por sua descoberta da transmutação dos elementos.

# ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

PARTÍCULAS MEDIADORAS

Interação Eletromagnética

**FÓTON**

Interação Fraca

$W^+$   $Z^0$   $W^-$

Interação Forte

**GLÚON**

Interação Gravitacional

**GRÁVITON**

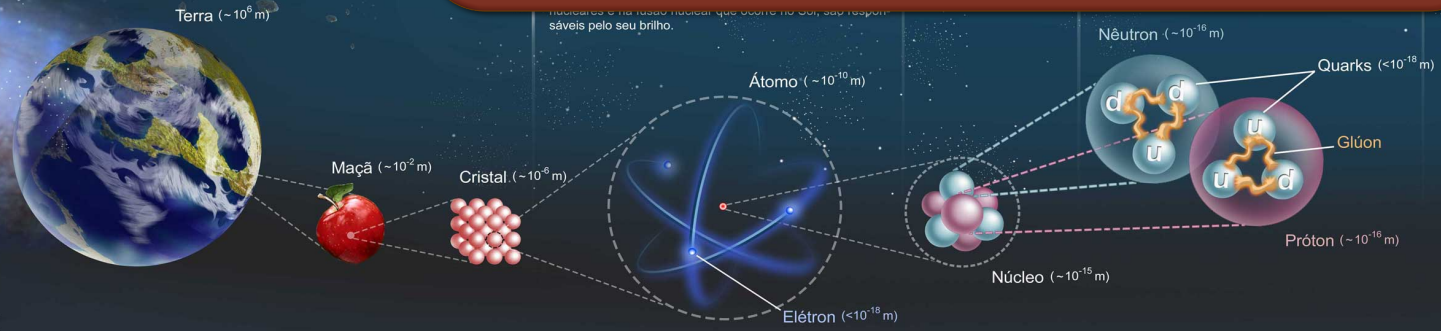
QUARKS

$u$ up	$c$ charm	$t$ top
$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom

LÉPTONS

$\nu_e$ neutrino e	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$
$e$ elétron	$\mu$ muon	$\tau$ tau

50,000 Posters distributed to all High Schools in Brazil and in other Portuguese speaking countries



## Interação Eletromagnética ( $\gamma$ )

O fóton ( $\gamma$ ) é o quantum do campo eletromagnético. Toda radiação **eletromagnética**, desde as ondas de rádio e televisão, passando pela luz visível, até os raios ultravioleta e gama, é formada por fótons. Partículas sem massa ou carga, os fótons são responsáveis pela transmissão da interação entre as partículas eletricamente carregadas.

## Interação Gravitacional (G)

A interação gravitacional atua sobre todas as partículas e seria intermediada pelo gráviton. No entanto, no mundo subatômico, ela não tem nenhuma influência, já que ela é uma centena de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão ( $10^{-38}$ ) de vezes mais fraca que as outras três interações.

## Interação Fraca (W e Z)

A **interação fraca** é intermediada pelos bósons carregados  $W^+$  e  $W^-$  e pelo bóson neutro  $Z^0$ . A interação fraca é de curtíssimo alcance, agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico, sendo 10.000 mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca afeta tanto léptons como quarks e é responsável pelo decaimento beta, quando um nêutron se transforma em um próton, emitindo um elétron e seu antineutrino. Ela também desempenha importante papel na geração da energia das estrelas como o Sol.

## Interação Forte (g)

O glúon (**g**) desempenha para a **interação forte** papel semelhante ao dos fótons para a interação eletromagnética. Eles são trocados entre partículas que possuem "cargas de cor", como os quarks. As três "cores" são as "cargas fortes" equivalentes às cargas elétricas positiva e negativa. A interação forte é 100 vezes mais intensa que a interação eletromagnética e seu alcance não vai além do núcleo atômico. Ela é responsável por manter os quarks ligados, formando prótons e nêutrons, e seu efeito residual de longa distância mantém prótons e nêutrons unidos, formando o núcleo atômico.

## Antipartículas

Toda partícula possui sua antipartícula, com mesma massa e spin, mas com carga oposta. Para diferenciar as antipartículas das partículas, as correspondentes antipartículas são denotadas com uma barra sobre seu símbolo ou então pela troca de carga (+  $\leftrightarrow$  -). A matéria formada por antipartículas é chamada de antimatéria.

Para obter mais informações sobre os conceitos apresentados neste cartaz, acesse o site:

<http://www.sprace.org.br/ieem/>

Se você quiser fazer perguntas sobre o tema para especialistas na área ou discutir com seus colegas, acesse o Fórum de Discussão no site:

<http://www.sprace.org.br/forum/>



# Partículas Elementares e Modelo Padrão

2a. Edition: poster updated to include the Higgs boson (discovered in 2012 at LHC)!

## Léptons

Cada família é composta por um elétron e por um neutrino, apenas fracamente. Os elétrons são estáveis e compõem a eletrosfera dos átomos, sendo os responsáveis pelas propriedades químicas. O múon ( $\mu$ ) e o tau ( $\tau$ ) são instáveis e muito mais pesados, sendo encontrados em partículas mais leves. Os neutrinos são extremamente leves, sendo responsáveis por fenômenos nucleares como o decaimento beta.

$0,000001 \text{ MeV}$   
 $V_e$   
neutrino do elétron

$0,105 \text{ MeV}$   
 $V_\mu$   
neutrino do múon

$1,776 \text{ MeV}$   
 $V_\tau$   
neutrino do tau

$0,511 \text{ MeV}$   
 $e$   
elétron

$105,6 \text{ MeV}$   
 $\mu$   
múon

$1,776 \text{ MeV}$   
 $\tau$   
tau

$2,2 \text{ MeV}$   
 $u$   
up

$1,280 \text{ MeV}$   
 $c$   
charm

$1,73 \text{ MeV}$   
 $t$   
top

$4,7 \text{ MeV}$   
 $d$   
down

$96 \text{ MeV}$   
 $s$   
strange

$4,18 \text{ MeV}$   
 $b$   
bottom

## Quarks

Quarks são partículas que interagem por meio das interações eletromagnética, fraca e forte. Possuem carga elétrica fracionária, além das "cargas de cor" associadas à interação forte. Eles formam os hádrons (força quarks ou um par quark-antiquark) e permanecem confinados, não sendo observados em estado livre. Os quarks da primeira família, up (u) e down (d), formam os prótons (uud) e nêutrons (udd).

$80,385 \text{ MeV}$   
 $W$   
bóson W

$125,100 \text{ MeV}$   
 $H$   
bóson H

## Bóson de Higgs

A existência do bóson de Higgs foi sugerida em meados da década de 1960 como uma proposta teórica para explicar o surgimento da massa das partículas elementares. Essa proposta só pôde ser confirmada quase 50 anos depois quando, em 2012, os experimentos CMS e ATLAS do CERN obtiveram evidências claras de sua existência, completando o Modelo Padrão.

$91,187 \text{ MeV}$   
 $Z$   
bóson Z

$0$   
 $\gamma$   
fóton

## Bósons de Gauge

São responsáveis pela intermediação das interações fundamentais da Natureza. As partículas sentem cada uma das interações forte, eletromagnética e fraca através da troca constante dessas partículas. A interação gravitacional não é relevante no mundo subatômico; ela é uma centena de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão ( $10^{-39}$ ) de vezes mais fraca que as demais interações fundamentais.

$0$   
 $g$   
glúon

## Interações Fortes (g)

O glúon (g) é a partícula que faz a intermediação da interação forte e é trocado entre os quarks. A interação forte é 100 vezes mais intensa que a interação eletromagnética e seu alcance não vai além do tamanho do próton. É responsável por manter os quarks ligados, formando os hádrons, e seu efeito residual de longa distância mantém prótons e nêutrons unidos no núcleo atômico.

## Interações Eletromagnéticas (γ)

O fóton (γ) é o quantum do campo eletromagnético. Partícula sem massa e sem carga, é responsável pela interação entre as partículas eletricamente carregadas. Toda radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio, passando pela luz visível, até os raios ultravioleta e gama, é constituída por fótons de diferentes energias.

## Interações Fracas (W e Z)

A interação fraca é intermediada pelos bósons  $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$ . Ela alcança distâncias mil vezes menores que o núcleo atômico, sendo 10.000 vezes mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca é responsável pelo decaimento beta no qual um nêutron se transforma em um próton, emitindo um elétron e seu antineutrino. Desempenha importante papel na geração da energia das estrelas.

Massa  
Carga  
 $P$   
partícula

Nêutron  
 $10^{-16} \text{ m}$



a melhor  
natureza.  
postas



Terra  
 $10^7 \text{ m}$

Célula  
 $10^{-5} \text{ m}$

Átomo  
 $10^{-10} \text{ m}$

Elétron  
 $<10^{-18} \text{ m}$

Para obter mais informações sobre os conceitos apresentados neste cartaz, acesse: [www.sprace.org.br](http://www.sprace.org.br)



# Logistics





O presente folheto é acompanhado de três cópias de cartaz contendo uma síntese da visão científica atual da estrutura da matéria.

Para obter mais informação sobre os conceitos apresentados neste cartaz, acesse o site:

<http://www.sprace.org.br/en/>

Se você quiser fazer perguntas sobre o tema para especialistas na área ou discutir com seus colegas, acesse o fórum de discussão no site:

<http://www.sprace.org.br/forum/>




Uma iniciativa do  
Centro Regional de Análise de São Paulo (SPRACE)  
<http://www.sprace.org.br/>

**Coordenação**  
Sérgio F. Novaes

**Equipe de implantação e acompanhamento**

Eduardo de M. Gregores  
João B. Marques  
Pedro C. Mercadante  
Rogério L. Iope  
Sandra S. Padula  
Sérgio M. Lietti

**Arte final**  
Celso R. Lourenço  
Mauricio R. P. Klein

**Apoio financeiro**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

**Estrutura Elementar da Matéria:  
Um Cartaz em Cada Escola**



Senhor(a) Diretor(a),

A introdução da 'tabela Periódica de Mendeliev' representou a grande conquista da física e da química modernas, permitindo a compreensão da matéria condensada. No entanto, desde então, houve enormes avanços adquiridos no conhecimento da estrutura íntima da matéria, das suas constituições e suas interações fundamentais da Natureza.

As experiências realizadas nos 'aceleradores' de partículas durante o último século foram capazes de ampliar e aprofundar nossa visão sobre a constituição da matéria. Hoje sabemos que prótons e nêutrons, que compõem o núcleo atômico, possuem eles mesmos uma estrutura íntima, sendo formados por quarks, constituindo estes ainda mais fundamentais.

Este projeto visa divulgar amplamente, para todas as escolas de ensino médio do Brasil, os principais avanços científicos recentes nessa área do conhecimento.

Junto com este folheto, estão sendo enviadas três cópias de um cartaz contendo uma síntese da visão que a ciência moderna tem sobre a estrutura íntima da matéria (vide descrição de seu conteúdo na parte interna deste folheto). Além de atualizar conhecimentos dos estudantes, espera-se que o material que acompanha este folheto possa vir a despertar novos vocacionados para a carreira científica. Nossa expectativa é que cada escola fixe o cartaz anexado em local bastante visível, de fácil acesso, para estudantes e professores, incentivando a reflexão e discussão sobre o material apresentado.

Como o intuito de dar suporte a professores e estudantes respondendo às suas questionamentos sobre o tema, implantamos um Fórum de Discussão na internet, cujo endereço encontra-se abaixo. A partir desse site é possível ter acesso a material didático adicional, como o site Aventura das Partículas, participar de chats e agendar palestras por videoconferência nas escolas interessadas.

Projetos semelhantes a esse foram implantados com grande sucesso em diversos países, entre eles Estados Unidos, França e Canadá. Esperamos poder contar com o apoio de todos para tornar este projeto um sucesso também no Brasil.

**Partículas Mediadoras**  
Partículas que intermedeiam as interações fundamentais da natureza

**Quarks e Léptons**  
Os blocos fundamentais com os quais é construída a matéria

**Léptons**  
Descrição dos léptons, partículas como o elétron e o múon.

**Quarks**  
Descrição dos quarks que compõem, por exemplo, o próton e o nêutron.

**Partículas Mediadoras**  

FÓTON	u	c	t
Interação Fraca	d	s	b
Interação Forte	$W^+$	$Z^0$	$W^-$
Interação Gravitacional	$V_e$	$V_\mu$	$V_\tau$
GRÁVITON	$e$	$\mu$	$\tau$

**Escalas da Natureza**  
Das planetas ao interior dos prótons e nêutrons a figura fornece noção das escalas da Natureza

**Interações da Natureza**  
Breve descrição das quatro interações da natureza e das partículas a elas associadas

**Interação Eletromagnética (E)**  
O fóton ( $\gamma$ ) é o quantum da luz e da interação eletromagnética. Está em todos os estados da matéria, permitindo que os átomos, moléculas, células, tecidos, materiais e corpos celestes possam se comunicar por meio da transmissão da interação de partículas associadas com ele.

**Interação Forte (F)**  
A interação forte é responsável pelo vínculo que mantém os quarks unidos em um próton ou nêutron. Ela atua em uma escala de comprimento de 1.000 vezes menor que a interação eletromagnética, sendo 10.000 vezes mais forte que a interação eletromagnética. A interação forte atua tanto entre os quarks e é responsável por manter os quarks ligados, formando os hádrons (prótons e nêutrons). Ela também é responsável por manter os nêutrons unidos formando o núcleo atômico.

**Interação Fraca (W e Z)**  
A interação fraca é responsável pelo vínculo que mantém os quarks unidos em um próton ou nêutron. Ela atua em uma escala de comprimento de 1.000 vezes menor que a interação eletromagnética, sendo 10.000 vezes mais forte que a interação eletromagnética. A interação fraca atua tanto entre os quarks e é responsável por manter os quarks ligados, formando os hádrons (prótons e nêutrons). Ela também é responsável por manter os nêutrons unidos formando o núcleo atômico.

**Interação Gravitacional (G)**  
A interação gravitacional atua sobre todas as partículas e é responsável por manter os corpos celestes unidos. Ela atua em uma escala de comprimento de 10<sup>26</sup> vezes maior que a interação eletromagnética, sendo 10<sup>39</sup> vezes mais fraca que a interação eletromagnética.

**Interação Forte (F)**  
O glúon ( $g$ ) é o quantum da interação forte e é responsável pelo vínculo que mantém os quarks unidos em um próton ou nêutron. Ela atua em uma escala de comprimento de 1.000 vezes menor que a interação eletromagnética, sendo 10.000 vezes mais forte que a interação eletromagnética. A interação forte atua tanto entre os quarks e é responsável por manter os quarks ligados, formando os hádrons (prótons e nêutrons). Ela também é responsável por manter os nêutrons unidos formando o núcleo atômico.

**Antipartículas**  
Para obter mais informações sobre os conceitos apresentados neste cartaz, acesse o site: <http://www.sprace.org.br/en/>

**Site**  
Página do projeto e do Fórum de Discussão na Web

**Exemplo de Núcleons**  
Prótons e nêutrons compostos por quarks

**Antipartículas**  
Para obter mais informações sobre os conceitos apresentados neste cartaz, acesse o site: <http://www.sprace.org.br/en/>

**Site**  
Página do projeto e do Fórum de Discussão na Web

# To learn more

**ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA**

Um Cartaz em Cada Escola ▾ Para Saber Mais ▾

### Estrutura Elementar da Matéria: U

Este site dá suporte ao projeto de divulgação científica "Cada Escola". Esse projeto tem o objetivo de divulgar os séculos sobre a estrutura íntima da matéria. Ele envolve a um cartaz apresentando esses conceitos e sintetizando o

O site está estruturado da seguinte forma:

- **Um Cartaz em Cada Escola:** uma síntese da obra
  - Projeto: são apresentados os detalhes do
  - Alcance: mostra o seu alcance e abrangên
  - Carta aos Diretores: reproduz a carta ao
  - Cartaz: fornece o link para download do c
  - Folheto: fornece o link para download do f
- **Para Saber Mais:** para quem quiser conhecer mais
  - Aventura das Partículas: viagem virtual pe
  - Sites Educacionais: coleção de sites relac
  - Livros: indicação de literatura de divulga
  - Referências Adicionais: cursos, seminários
- **Fórum de Discussão:** ferramentas para obter es
  - Como Usar Nosso Fórum: Instruções de co
  - Perguntas Frequentes: FAQ sobre o uso d
- **Fale Conosco:** como entrar em contato conosco
  - Quem Somos Nós: um pouco sobre o SPRAC
  - E-mail: escreva para nós, com perguntas,
  - Chat: converse online com o moderador d
  - Videoconferência: agende uma videoconfe

Este projeto foi uma iniciativa do Centro Res e recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de Des por meio do edital MCT/CNPq nº 12/2006 para Apoio a Proj (Processo nº 552553/2006-9), e da Unive

Centro Res

### ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA


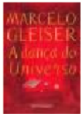




Um Cartaz em Cada Escola ▾ Para Saber Mais ▾ Fórum de Discussão ▾ Fale Conosco ▾

Início ▾ Para Saber Mais ▾ Livros

### Títulos em Português

Nessa página selecionamos alguns títulos de autores nacionais direcionando para livrarias brasileiras. Também listamos uma vasta bibliografia traduzida.

#### Títulos de Autores Nacionais

 <p><b>O Discreto Charme das Partículas Elementares</b> Maria Cristina Abdalla</p>	 <p><b>Dança do Universo</b> Marcelo Gleiser</p>
 <p><b>Einstein - O Reformulador do Universo</b> Cássio Leite Vieira</p>	 <p><b>Bohr o Arquitecto do Átomo</b> Maria Cristina Abdalla</p>
 <p><b>Feynman e Gell-Mann Luz, Quarks, Ação</b></p>	 <p><b>Schrodinger e Heisenberg a física além do senso comum</b></p>

### ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Um Cartaz em Cada Escola ▾ Para Saber Mais ▾ Fórum de Discussão ▾ Fale Conosco ▾

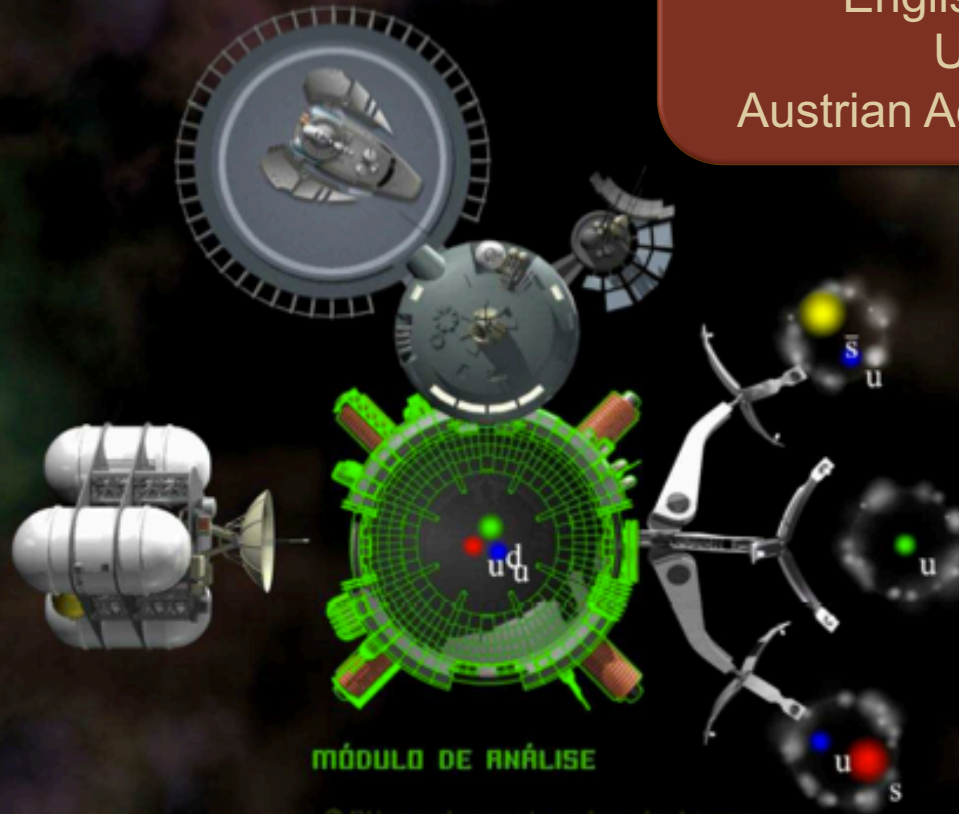
Início ▾ Para Saber Mais ▾ Sites Educacionais

### Material Introdutório

- **Contemporary Physics Education Project:** produz cartazes, panfletos, websites e atividades de sala de aula e são os criadores do The Particle Adventure. Contraparte americana de nosso projeto.
- **Aventura das Partículas:** tradução do site americano, apresentando um passeio interativo pela Física de Partículas.
- **The Fermilab Virtual Tour:** Um passeio virtual pelo Laboratório do Acelerador Nacional Fermi (Fermi National Accelerator Laboratory, Fermilab), mostrando vários aspectos de sua pesquisa.
- **SLAC Virtual Visitor Center:** centro de visitas virtual do Acelerador Linear de Stanford (Stanford Linear Accelerator Center, SLAC) da Califórnia.
- **Come to CERN:** informação sobre instituições e programas educacionais dos países membros do CERN, na Europa.
- **Particle Physics UK:** Site da Inglaterra dedicado a todos que querem saber mais sobre a Física de Partículas.
- **Inquiring Minds:** Coleção de links sobre Física de Altas Energias organizado pelo Fermilab.
- **Hands on CERN:** Site sueco que aborda diversos aspectos teóricos e experimentais da Física de Partículas.
- **Center for Science & Engineering Education:** Coleção de links do Centro para Educação em Ciência e Engenharia do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL).
- **Physics 2000:** Uma Jornada Interativa através da Física Moderna da Universidade do Colorado em Boulder.
- **Hands on Universe :** Fotos de telescópios usuais e radiotelescópios, tiradas a pedido dos estudantes.
- **Ganhadores do Prêmio Nobel de Física: (1901 - hoje) -** Descrição das descobertas daqueles que foram agraciados com este prêmio.
- **Particle Physics (APS):** Coleção de links sobre física de partículas elementares disponibilizados pela Sociedade Americana de Física.
- **The Elegant Universe: Resources (NOVA, PBS):** Indicação de vários livros, links e artigos referentes à supercordas e física de partículas.
- **The Laws List:** Leis, regras, princípios, efeitos, paradoxos, limites, constantes e experimentos.
- **Physics Central:** Aprenda como seu mundo funciona através de experimentos simples e várias informações interessantes. Este é o site da American Physical Society para o público geral.
- **PhysicsWeb:** Direciona para a revista online PhysicsWorld que contém atualidades em pesquisa no mundo.
- **Interactions:** Notícias sobre pesquisas em física de partículas e links para vários laboratórios relacionados.
- **Quarrel Online Resources:** Vários links direcionados para atividades, informações introdutórias, imagens e vídeos muito interessantes.
- **Sonoma State University:** Aqui você encontra informações sobre a pesquisa realizada em astronomia e física na Sonoma State University's.
- **Hot Spots: Physics:** Diversas reportagens sobre as atuais pesquisas e descobertas científicas.
- **Cambridge Relativity:** Introdução básica aos conceitos de cosmologia apresentando vídeos ilustrativos, além de uma seção sobre gravidade quântica, link para o departamento de matemática aplicada e física teórica da Universidade de Cambridge e o site do Stephen Hawking.
- **Science Education Book Store:** Uma loja online que você pode encontrar livros didáticos

# SPRACE Game

Translated into  
English and German  
Used by the  
Austrian Academy of Sciences



MÓDULO DE ANÁLISE

© Ativar desacelerador de tempo

# Austrian Academy of Sciences



*“I just recently used it during a one-day particle physics course for elementary school kids, and they liked it very much! You should have got a few additional downloads of the German version recently...”*

**Dr. Laurenz Widhalm**

Project Manager Public Relations  
Institute of High Energy Physics  
Austrian Academy of Sciences



**SPRACE**

São Paulo Research and Analysis Center

<http://www.sprace.org.br/sprace-game/sprace-game-v2-pt>

Contact

Search

GO

General Info

High Energy Physics

Detector R&D

Sprace WLCG Tier - 2

Education and Outreach

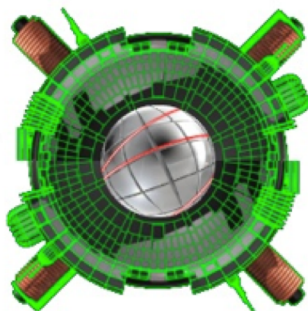
Associated Projects

<https://sprace.org.br/index.php/education-outreach/sprace-game/>

SPRACE Game v2.0



Clique na figura abaixo para jogar



Java Version  
(Linux, Mac)



Windows Version  
(XP, Vista, 7)

SPRACE Team

SPRACE Publications

SPRACE in the Press

Related Links

CERN

Unesp

SPRACE

Game

v2.0

Translated into  
English & German



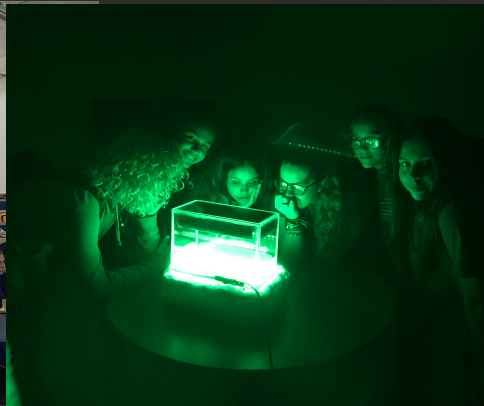
- ❑ Beginning in 2008
- ❑ Added since 2012:
  - demonstration in Physics & visits:
    - Cloud Chamber, optics demonstrations, etc.
    - SPRACE Game e other educational games
- ❑ Workshops in Particle Physics for teachers & undergraduate students (2012, 2015, 2018)
- ❑ Virtual visits to CMS (2015, 2016 e 2017, during the MasterClass event)
- ❑ In 2017, 2018, 2019, 2020: Added MasterClass for Women & Girls (Feb/11 Int. Day of Women & Girls in Science)
- ❑ In 2020: Event for girls included discussion with two psychologists; MasterClass online organized for the 1<sup>st</sup> time

<https://sprace.org.br/index.php/education-outreach/masterclass/>

**International MasterClass  
Event in 2020:**  
– Presential event for girls  
– 1<sup>st</sup> online event  
(May/2020)  
– 220+ participants

2020

- 3<sup>rd</sup> International MasterClass for Women & Girls
  - Celebrating the Internacional Day of Women and Girls in Science (February/11)
- NEW: discussion with the girls organized by two psychologists
- High School Participants: 68 students e 12 teachers; 16 scientists/professors (CERN, Denmark, Italy, Canary Islands, USA and Brazil)

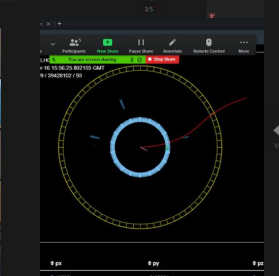
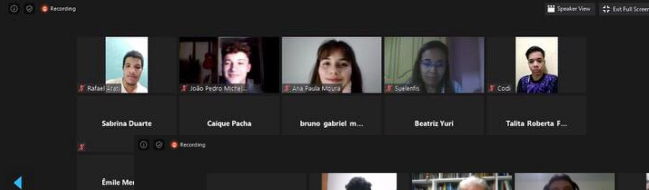
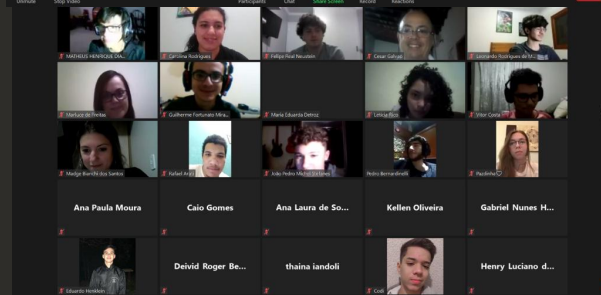
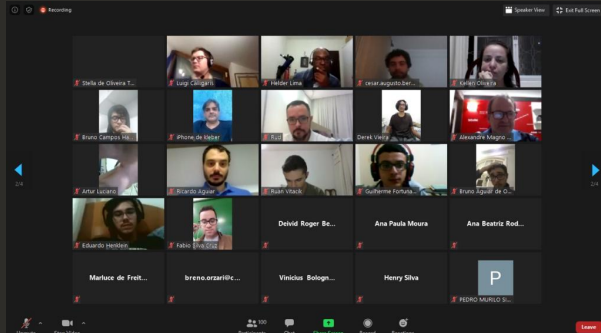


# MasterClass 2020

Traditional Format (3-day event)  
(boys and girls)

→ Could not happen due to the Covid19 pandemic

- **New Format: totally online event!**
  - o organized in 4 afternoons May/19-22
  - o ~ 140 participants





# Workshop on Particle Physics – 2012, 2015 & 2018



The screenshot shows the UNESP website interface. At the top left is the UNESP logo and the text "UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA 'JÚLIO DE MESQUITA FILHO' Reitoria". To the right are navigation links for "Página inicial | Imprensa" and a language selection menu with flags for various countries. Below that is a search bar with "Acesso rápido" and "Unidades" buttons. The main content area features a news article titled "Câmpus de São Paulo realiza oficina sobre o ensino de Física" by Helio Takai, dated 19/03/2012. The article text states: "Evento reúne educadores para discutir modelos de aprendizagem. Bicho-papão da maioria dos alunos do ensino médio no Brasil, a Física será tema de debates na Oficina de Física de Partículas, a ser realizada no Câmpus de São Paulo, de 19 a 22 de março. Promovido pela Sociedade Brasileira de Física e pela American Physical Society, o evento apresentará formas de familiarizar os alunos com os conceitos básicos da disciplina usando materiais simples e acessíveis, como o leite integral, a pipoca, o forno de microondas, o gelo seco e o álcool." A small photo shows a group of people gathered around a table with various items.

## Organization:

2012

Helio Takai (BNL, SUNY-SB), Caio Laganá, Sandra S. Padula (IFT-SPRACE/UNESP)

2015 & 2018

Valéria S. Dias, Nelson Barrelo, Cleide M. Rizzato, Fernando C. Carvalho, Sandra S. Padula, Pedro G. Mercadante

Target audience:

High school teachers and Undergraduate students (future HS teachers)



# Formação continuada para professores: USP - Escola



**cursos que articulam o  
aprofundamento de elementos  
teóricos com atividades práticas  
relacionadas a aspectos básicos do  
Modelo Padrão da Física de  
Partículas Elementares.**



THANK YOU!!