



International Physics Masterclasses and
Particle Physics Workshops
Professional Development Tools for High School
Teachers in São Paulo

Rodrigo Araújo and Valéria S. Dias

SPRACE – USP

Overview

Particle
Physics in
Brazilian
Schools

Objectives

Outreach
events
promoted by
the SPRACE
team

Methodology
and some
results

Modern Physics in Brazilian Schools



Ciências da Natureza,
Matemática e suas Tecnologias

Brazilian official documents mention modern and contemporary physics among the topics to be taught

<http://portal.mec.gov.br>

São Paulo State included particle physics in the high school curriculum

<http://www.educacao.sp.gov.br>



Yet most students finish high school without any contact with topics of modern physics!

Research Objectives

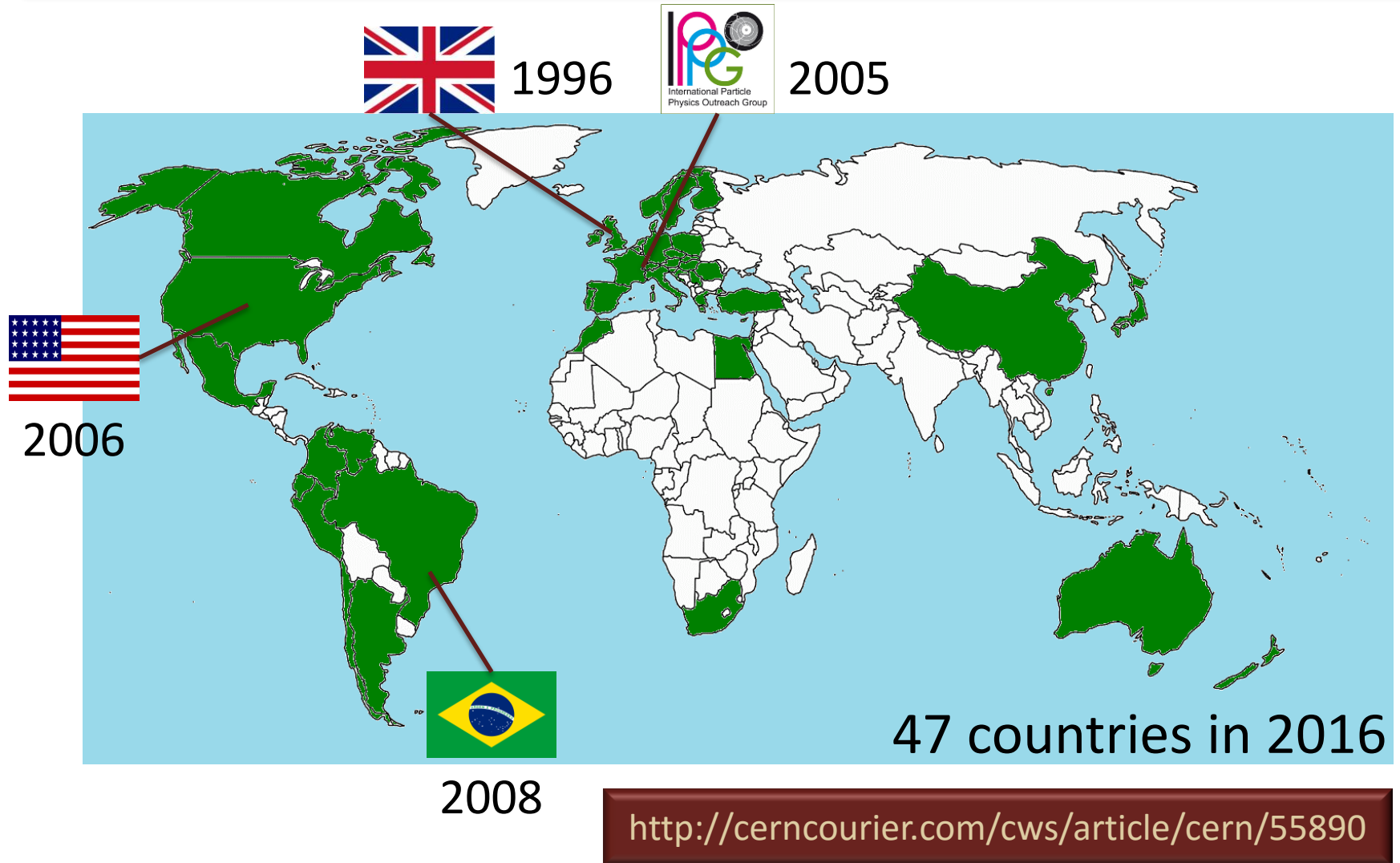


Workshop on Particle Physics

Evaluate contributions for the professional development of the attendee teachers

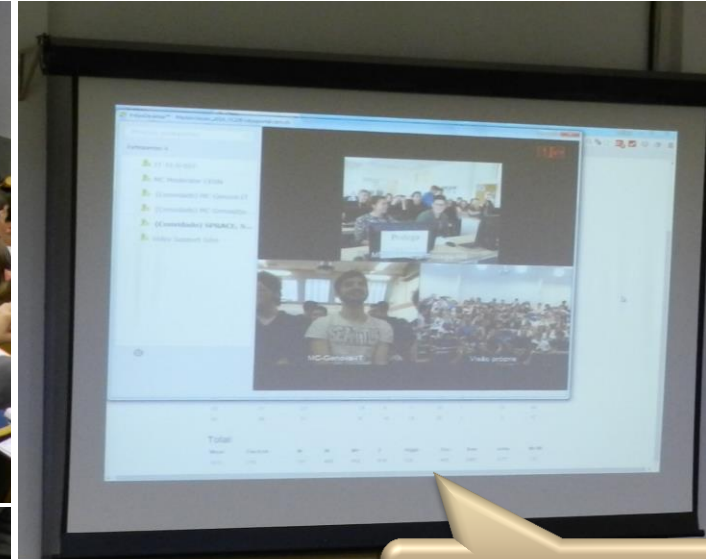
Identify strengths and weaknesses of both events

The International Physics Masterclasses



The International Physics Masterclasses

Lectures



Video conference



Measurements



Masterclasses Promoted by SPRACE



- Demonstrations
 - Cloud chamber
 - Educational games and activities
 - Optics Demonstrations
- Guided visits
 - GridUnesp + SPRACE
 - Virtual visit to CMS

Two groups:

- Advanced (1 day)
- Beginners (2 days)
+ Teachers' day

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



Particle Physics Workshops 2012 & 2015

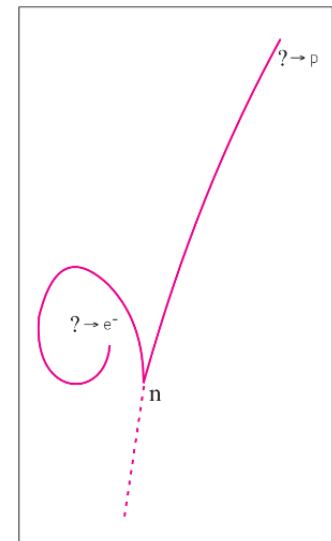
- 35 teachers attended the 2nd edition
- Activities based on the official state curriculum for Physics;



Examples of
Activities



© Jairo Souza Design



© Jairo Souza Design

Methodology

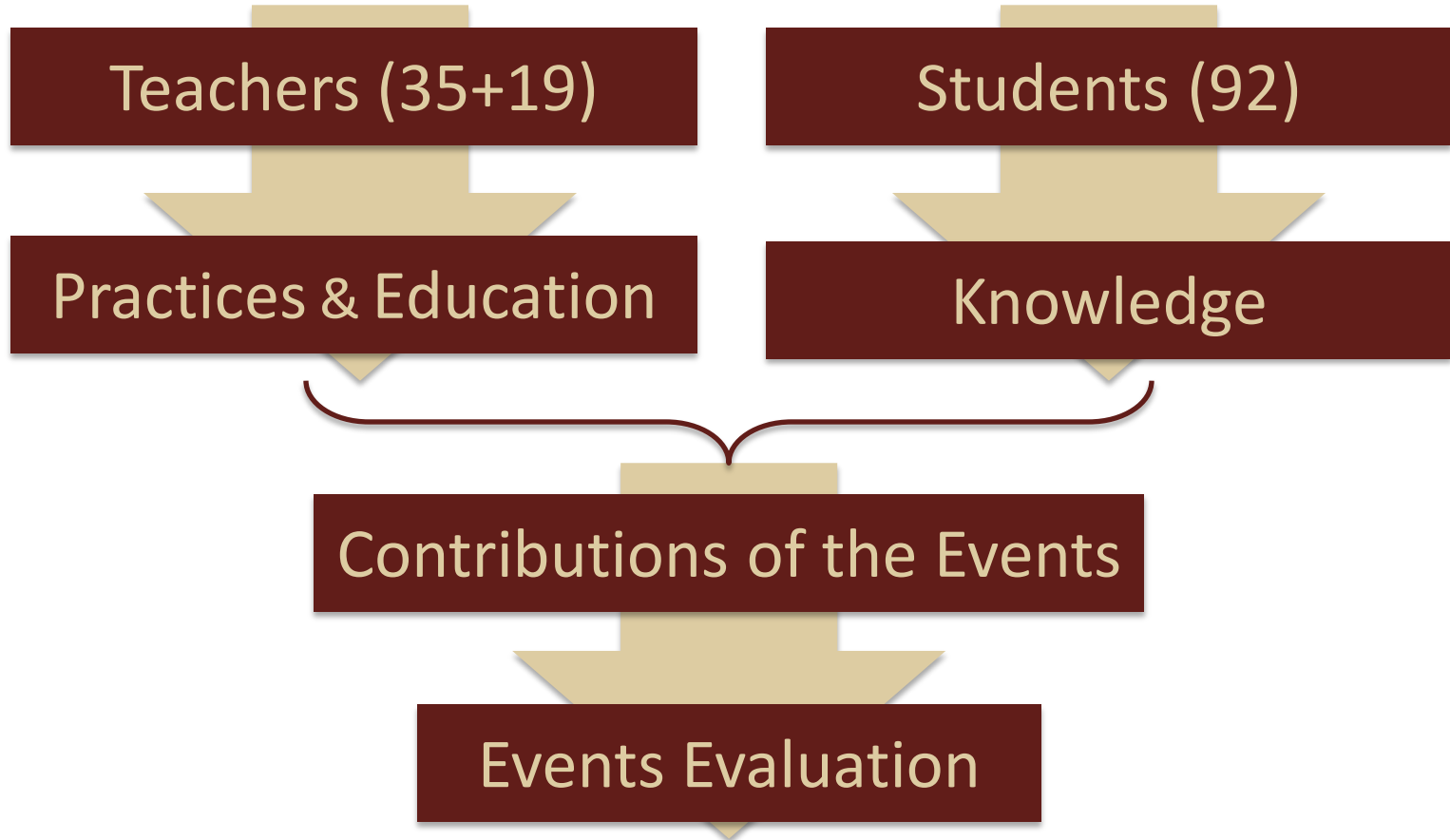


Questionnaires

Analysis

Comparison
with Scientific
Literature

Questionnaires



Teachers' Education

- “Teachers have **difficulties related to their education**, since few have learned about particle physics at the college” (T9)
- “I believe that this issue is **not well addressed in teachers' education**, which makes it very difficult for this subject to be taught ” (T12)
- “I am interested in learning a little more in order **to feel confident** in working [this topic] with students” (T14, about his previous expectations for attending Masterclasses)

Lack of Time and Materials

- ***“Materials for studying and teaching. The High School books do not cover these topics” (T14)***
- ***“There are too many topics to address and the time is very short.” (T4)***
- ***“Lack of time to cover an extensive curriculum. [...]” (T18)***

Contributions: Teachers' Education

- *“... (I) had no idea of so many possibilities to address the content that will be worked with the students” (T1)*
- *“I learned a lot; besides learning about particle physics, I also discovered new methods and instructional experiences from other teachers. Students get excited” (T17)*
- *“[the workshop] approaches the teacher to the reality of current researches, providing the elements to contextualize [particle physics]” (T9)*

Contributions: Materials

- “... **the material provided here, and some other teachers’ ideas, facilitated my life**” (T10)
- “**In 2015 I used the presentations and Masterclasses games to work this topic**” (T10)
- “**Many materials used in the workshop were important for the preparation of classes last year. [...]**” (T3)

Analysis

Lack of materials

Outdated teachers' education

Lack of time

Attending the events

- Increases teachers' knowledge
- Makes teachers more confident
- Approaches teachers and researchers
- Provides quality materials

Conclusions

- Attending these events help to fill a gap in the education of some teachers, giving them more confidence.
- Both events provides good ideas and material to teach particle physics in high school.
- Teachers and students became more motivated to teach and study physics.
- Both events were largely approved by the attendees.

ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Interação Eletromagnética

FÓTON
Interação Fraca
 W^+ Z^0 W^-

Interação Forte

GLUÔN
Interação Gravitacional

GRÁVITON

QUARKS

u	c	t
d	s	b

LÉPTONS

ν_e	ν_μ	ν_τ
e	μ	τ

Léptons

Os léptons são partículas que interagem por meio das interações eletromagnética e fraca. Há três famílias de léptons, cada uma com um neutrino associado, que interage eletromagnética e fracamente, e por um neutrino, que interage apenas fracamente.

Os elétrons (e) são estáveis e compõem a estrutura que envolve o núcleo dos átomos, sendo os responsáveis pelas funções químicas entre os elementos. São também responsáveis por corrente elétrica e geram campos magnéticos. Os neutrinos (ν) são as 12 primeiras partículas elementares do universo, mas são muito mais pesados e instáveis, decaindo rapidamente em partículas mais leves.

Os neutrinos (ν) são extremamente leves, não possuem carga elétrica e interagem muito fracamente, a ponto de serem capazes de atravessar toda a Terra sem sofrer com nenhuma partícula. São produzidos nos experimentos nucleares e na radiação cósmica que incide na Terra, sendo interceptados pelo seu satélite.

Terra ($\sim 10^7$ m)

Maçã ($\sim 10^{-1}$ m)

Cristal ($\sim 10^{-8}$ m)

Átomo ($\sim 10^{-10}$ m)

Núcleo ($\sim 10^{-14}$ m)

Quarks ($\sim 10^{-16}$ m)

Glúon ($\sim 10^{-16}$ m)

Elétron ($\sim 10^{-16}$ m)

Interação Eletromagnética (f)

O fóton (γ) é o quantum do campo eletromagnético. Toda interação eletromagnética ocorre ao nível do fóton e é mediada por esse partícula. Partículas sem massa se movem na natureza em velocidade igual à da luz, sendo portanto a única a transportar energia sem ser acompanhada da transferência de momento linear.

Interação Fraca (W e Z)

A interação fraca é responsável pelas reações nucleares, como a transformação de um nêutron em um próton, e é mediada por bósons W e Z. A interação fraca é responsável por processos como o decaimento beta e a produção de neutrinos em reações nucleares. A interação fraca atua em uma escala muito menor que a interação eletromagnética. A interação fraca atua sobre léptons e quarks e é responsável por processos como o decaimento beta, quando um nêutron se transforma em um próton, emitindo um elétron e um antineutrino. Ela também desempenha um papel crucial na produção de energia das estrelas como o Sol.

Interação Forte (g)

O glúon (g) desempenha papel na interação forte entre os quarks e é responsável por manter os quarks ligados no núcleo dos átomos. A interação forte atua em uma escala muito maior que a interação eletromagnética e é responsável por processos como a produção de energia das estrelas como o Sol.

Antipartículas

Toda partícula possui sua antipartícula, com mesma massa e carga oposta. Para o quark, a antipartícula é o antiquark. Para o glúon, a antipartícula é o antiglúon. A interação forte atua em uma escala muito maior que a interação eletromagnética e é responsável por processos como a produção de energia das estrelas como o Sol.

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

<http://www.sprace.org/brocom/>

ou visite outras fontes de informação sobre o tema por meio de pesquisas na internet, discutindo com seus colegas, acessando o Fórum de Discussão ou visitando o site:

<http://www.sprace.org/burforum/>

Lerciência

LEGOS, O GRUDE E O HIGGS

Sergio F. Novaes

De que os corpos são feitos? Água, os corpos, a luz, os cabelos, os cabelos, o céu e o chão, as estrelas, são feitas de matéria sólida? Será que existem algumas peças bem pequenas com as quais conseguimos construir tudo que existe no mundo?

Se com pedras ou Lego, de formas e cores diferentes, não podemos construir um objeto, montar um automóvel ou fazer um prédio, será que existem algumas peças com as quais podemos construir a natureza? Há, de fato, as peças, os prótons, os nêutrons e os elétrons. Além de uma variedade de glúons, os bósons da interação forte, e os bósons da interação fraca, os bósons W e Z.

Essas perguntas – de que o Universo é feito? – são muito feitas para humanidade desde a Antiguidade. Há, a diferença importante, comparado ao que se fazia para explicar a natureza, de que se trata de partículas, desde em que se trata de peças que compõem a natureza. O Universo é feito de partículas, não de peças como Legos, pedras ou tijolos.

Os Átomos

Lá na Antiguidade, os gregos estudavam já em profundidade do que se sabia sobre a natureza. Assim nasceu a ideia de que tudo era composto por átomos. Mas o tempo foi passando e muitos aspectos da natureza não foram compreendidos. Hoje sabemos que existem as partículas bem pequenas, as chamadas partículas elementares, que formam os átomos. Assim nasceu a ideia de que tudo é feito de partículas, desde em que se trata de peças que compõem a natureza. O Universo é feito de partículas, não de peças como Legos, pedras ou tijolos.

Os Quarks e os Léptons

Quarks e léptons são as partículas elementares. Existem Legos, pedras e tijolos com os quais conseguimos construir tudo que existe no mundo. Há, de fato, as peças, os prótons, os nêutrons e os elétrons. Além de uma variedade de glúons, os bósons da interação forte, e os bósons da interação fraca, os bósons W e Z.

50,000 Posters to All High Schools

Higgs for the Elementary Schools

Sistema online

MÓDULO DE ANÁLISE

- Iniciar desacelerador de tempo
- Estacar
- Normalizar tempo
- ResCAR (ar. Colocada)

SPRACE Game v2

INTERNATIONAL MASTERCLASSES

HANDS ON PARTICLE PHYSICS

2013 EDITION

www.physicsmasterclasses.org

hands on particle physics

MasterClass: 250+ Students/year

New Projects

The screenshot shows the English version of the SPRACE website. The header includes the SPRACE logo, a search bar, and navigation links for General Info, High Energy Physics, Detector R&D, Sprace WLCG Tier - 2, Education and Outreach, and Associated Projects. The main content area is divided into three columns: News, Events, and Team/Publications. The News section features articles about the SPRACE participation in the Supercomputing Conference 2015 and editorial in Nature Physics. The Events section highlights the MasterClass 2016 and the NCC/ICTP-SAIFR School and Workshop on Advanced Techniques in Scientific Computing. The Team/Publications section lists the SPRACE Team, Publications, and In the Press, along with a Related Links section containing links to CERN, Unesp, and SPRACE - Twiki. At the bottom, there is a navigation bar with icons for SLC, EEM, gridunesp, and MasterClass 2016.

Webpage: Outreach Section

The screenshot shows the Portuguese version of the SPRACE website. The header is identical to the English version. The main content area is divided into three columns: Notícias, Aprenda mais, and Redes Sociais. The Notícias section features articles about the CERN LHC collision test and the Masterclass 2016. The Aprenda mais section lists resources like Estrutura Elementar da Matéria, Masterclass, Unesp, and SPRACE.org. The Redes Sociais section includes icons for Facebook and Twitter. A large red banner at the bottom of the page contains the text "News and Dissemination in Portuguese".

News and Dissemination in Portuguese

The screenshot shows the Facebook page for Sprace Education. The page header includes the Sprace logo, the name "Sprace Education", and buttons for Call Now, Like, and Message. The main content area features a post about the LHC, titled "LHC, maior acelerador de partículas do mundo, começou essa mês uma nova etapa de coleta de dados." The post includes a photo of the LHC tunnel and a video of the LHC. The page also shows a 5.0 star rating, a location map for Avenida Marquês de São Paulo, and contact information for Rua Dr. Bento Teobaldo Ferraz, 271, São Paulo, SP.

Facebook/Sprace

The image shows a streamer chamber image from the NA35 experiment at CERN, Geneva. It displays a complex pattern of yellow and orange particle tracks against a dark background. The tracks are curved and radiating, indicating the paths of charged particles as they pass through an electrified gas and curve under the influence of a magnetic field. A text overlay on the right side of the image provides a detailed description of the experiment and the particle tracks. The text reads: "The tracks of many charged particles are visible in this streamer chamber image from the NA35 experiment at CERN, Geneva. An oxygen ion has collided at far left with an atomic nucleus in a lead target. Tiny luminous streamers reveal the tracks of the particles as they pass through an electrified gas and curve under the influence of a magnetic field, positive particles bending the one way, negative particles the other. Most of the particles are very energetic, so their paths curve only slightly, but one particle is a low-energy electron which curves sharply towards the other side as it loses energy and..." The image is credited to CERN/ Science Photo Library.

The Particle

Thank You!

Students Answers

- Masterclass 2016 included several lectures and workshops, which provided students with **a new way to understand particle physics, beyond the atom, as we learned in high school**. It was also possible to understand the operation of CERN's particle accelerator, the LHC, and the events that occur there. It is a **unique opportunity that allows us to deepen knowledge and learn new things**. (S90)
- Masterclass experience was incredibly rewarding, **providing knowledge beyond the content that you can usually access**, such as websites or books, besides answering my questions and letting me to know the everyday life of those who work with it. I recommend the experience! (S32)

Outlook

Efforts to include modern physics in Brazilian high school

vs.

Deficient teachers' education

Outreach events promoted by SPRACE contribute as opportunities of continuous education and by providing resources and ideas for teaching particle physics.