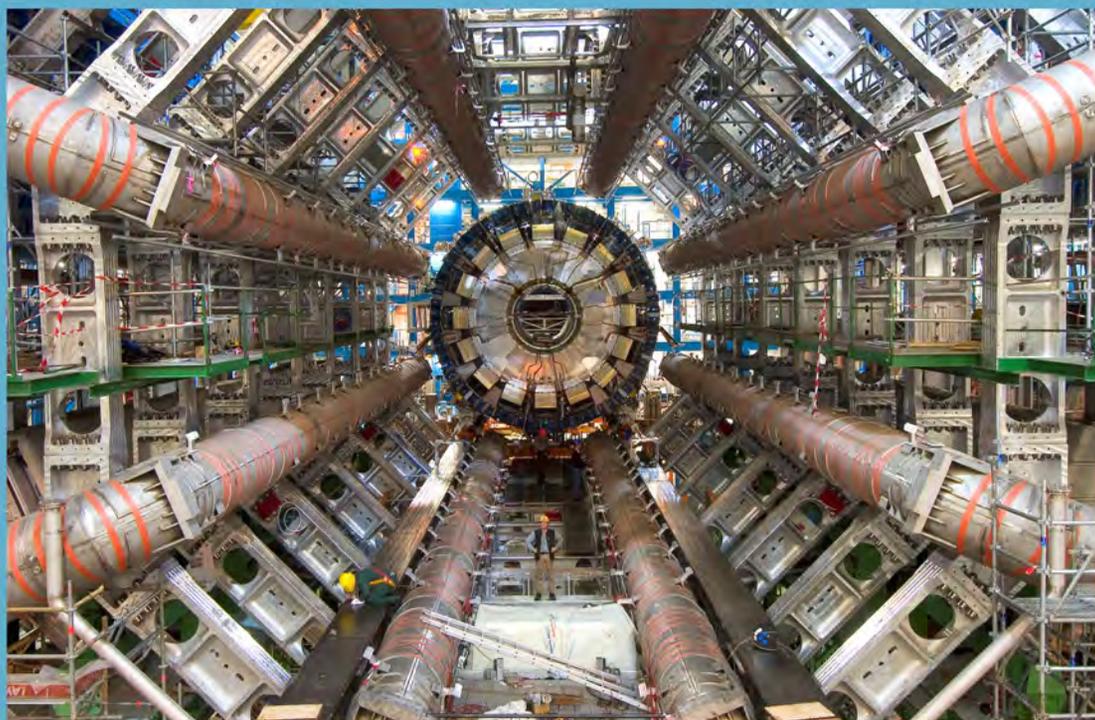


Nilson Marcos Dias Garcia  
Organizador

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



 **SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**LF**  
  
EDITORIAL

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

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**  
**Diretoria (mandato julho de 2013 a julho de 2015)**

**Presidente**

Ricardo Magnus Osório Galvão (USP)

**Vice-Presidente**

Belita Koiller (UFRJ)

**Secretário Geral**

Vanderlei Salvador Bagnato (USP-SC)

**Secretário**

Ivo Alexandre Hummelgen (UFPR)

**Tesoureiro**

Carlos Chesman de Araújo Feitosa (UFRN)

**Secretária para Assuntos de Ensino**

Lúcia Helena Sasseron Roberto (USP)

**Sociedade Brasileira de Física**

Rua do Matão, travessa R, 187 - Edifício Sede  
Cidade Universitária  
05508-090, São Paulo, SP

Nilson Marcos Dias Garcia  
Organizador

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



© Copyright do texto 2015 Autores  
© Copyright da edição 2015 –  
Editora Sociedade Brasileira de Física e Editora Livraria da Física

**Editora Sociedade Brasileira de Física**  
Rua do Matão, travessa R, 187 - Edifício Sede  
Cidade Universitária  
05508-090, São Paulo, SP

**Editora Livraria da Física**  
Rua Enéas Luis Carlos Barbanti, 193  
02911-000, São Paulo, SP

**Coordenação Editorial:** Nilson Marcos Dias Garcia  
**Projeto Gráfico, editoração eletrônica  
e capa:** Reinaldo Cezar Lima

**Revisão:** Nilson Marcos Dias Garcia e Reinaldo Cezar Lima

**Foto da capa:** Vista central do detector Atlas com  
seus oito magnetos toroidais.

Fotografia de Maximilien Brice - Atlas Experiment©2014CERN

**Impressão:** Grupo VLS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

N897 Nós, professores brasileiros de física do ensino médio,  
estivemos no CERN / organização : Nilson Marcos Dias  
Garcia. – São Paulo : Sociedade Brasileira de Física : Editora  
Livraria da Física, 2015.  
542 p. : il., color ; 23 cm

Inclui bibliografias

Vários autores

ISBN: 978-85-89064-27-9 (Sociedade Brasileira de Física)

e-ISBN: 978-85-89064-28-6 (Sociedade Brasileira de Física)

ISBN: 978-85-7861-316-7 (Livraria da Física)

1. Física – Estudo e ensino. 2. Professores de Física – Forma-  
ção. 3. Organização Europeia para Pesquisa Nuclear. 4. Partículas  
(Física nuclear). 5. Física nuclear. I. Garcia, Nilson Marcos Dias.  
I. Título.

CDD (22. ed.) 530.072

---

Bibliotecário: Adriano Lopes CRB 9/1429

São Paulo  
2015

## PREFÁCIO

Hélder Eterno da Silveira

**D**ocentes de universidades brasileiras têm a possibilidade de participar de ações de mobilidade para diferentes países, com o intuito de cambiar conhecimento, ampliar seu capital acadêmico e cultural e, ainda, se envolver com diferentes grupos investigativos que possam colaborar no desenvolvimento das pesquisas que são realizadas no Brasil. Essa participação é possível devido aos programas consolidados por agências de fomento, como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – e as Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados.

Todavia, esta não é a realidade de professores das escolas públicas de educação básica do país que, em função do pouco financiamento e da escassez de oportunidades, não conseguem fazer imersões em outros países do mesmo modo que os professores universitários. Contudo, a Capes considera que essas imersões podem, sobremaneira, refinar o olhar dos docentes para seu próprio trabalho, ampliando perspectivas didático-pedagógicas desenvolvidas em suas salas de aula nas escolas públicas. Tentando superar esses limites, a Capes tem envidado esforços para criar programas de cooperação internacional que possam envolver os docentes das escolas públicas em ações de mobilidade nacional e internacional.

Desses programas, a Cooperação Internacional para Professores da Educação Básica, da Diretoria de Formação de Professores da CAPES, implementou nos últimos anos uma série de ações voltadas para a mo-

bilidade e para a participação dos docentes em cursos e em atividades de aperfeiçoamento em centros de reconhecida excelência em diferentes áreas: Física, Química, Matemática, Língua Inglesa, entre outros.

A intenção da CAPES – ao traçar políticas públicas desta natureza – é garantir aos docentes das redes públicas o acesso ao conhecimento e sua produção nos mais variados espaços de pesquisa e de ensino de instituições estrangeiras. Requisito para a escolha e para a negociação com essas instituições é a identificação de seu potencial para com a formação de professores, como, também, sua capacidade de receber e lidar com as demandas formativas dos docentes brasileiros.

Nesse sentido, a CAPES, em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e com o apoio do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, de Portugal (LIP), tem desenvolvido a Cooperação Internacional para professores brasileiros de Física na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecida como CERN (Conselho Europeu para a Pesquisa Nuclear), localizado em Genebra, na fronteira franco-suíça.

A participação brasileira é possível em função da exitosa relação de amizade entre Brasil e Portugal, tendo em vista que apenas o segundo é país membro do CERN, um dos maiores espaços de estudos em Física do mundo. Entre os seus diversos programas, o CERN mantém um de formação de professores, cujo objetivo é abrir esses espaços para que docentes dos diferentes continentes possam visitar suas instalações e laboratórios, além de realizar curso sobre tópicos de Física.

Essa rede colaborativa, que envolve os portugueses, os brasileiros, a CAPES, a SBF, o LIP e o CERN, tem logrado êxito nos últimos anos. Desde 2010, a Capes apoia a participação dos professores brasileiros da rede pública de educação básica na formação oferecida pelo CERN, com o fomento para a viagem, deslocamento e estadia dos docentes em Lisboa e Genebra. Segundo relatório da Diretoria de Formação de Professores da Educação Básica da CAPES, 2009-2013, disponível no *site* da CAPES, já participaram 95 docentes de Física nas atividades formativas oferecidas pelo CERN. No ano de 2014, outros 28 foram enviados a Genebra, totalizando 123 professores de escolas públicas que realizaram a mobilidade.

Em 2014, acompanhei as atividades desenvolvidas ao longo do curso oferecido aos professores brasileiros, portugueses, cabo-verdianos e moçambicanos no CERN, tendo vivenciado uma das mais intensas experiências formativas no campo da Física. O curso oferecido, além de ser

aprofundado no tocante à Física de Partículas, possibilita que os docentes façam uma imersão no cotidiano do CERN, conheçam seus espaços e tenham contato com personalidades do ramo da Física e de outras áreas que atuam no CERN, muitos laureados com o Prêmio Nobel.

Para além de um curso de aprofundamento sobre Física de Partículas, é uma experiência única e enriquecedora de sua própria formação profissional e que considera aspectos científicos, acadêmicos, culturais e estéticos. Perceptível que esses docentes tenham seu capital cultural ampliado, compreendendo que a Física ensinada em suas salas de aula tem diversos endereços de produção, das quais o CERN é responsável por “alimentar” uma parte significativa dos dados fornecidos às instituições de todo o mundo no tocante ao trabalho que realiza.

Ressalto que a vivência dos professores de Física no CERN e em outros programas de mobilidade internacional contribui para o a valorização da docência, para a superação de representações sociais empobrecidas sobre o trabalho dos professores nas escolas, estando na contramão dos diferentes mecanismos que desmantelam a docência, como a fragilidade da infraestrutura escolar, os baixos salários e as limitações da carreira.

A participação dos professores brasileiros de Física do ensino médio no CERN pode ser considerada um marco na valorização da docência para os professores de Física. Área tão desfalcada nas escolas públicas e tão negligenciada na formação profissional praticada em várias instituições brasileiras, a Física carece de docentes que tenham compromisso com seu ensino numa perspectiva de formação cidadã de modo a melhorar a compreensão dos estudantes sobre o mundo que vai se transformando científica e tecnologicamente.

Sim, o CERN! Este livro revela, portanto, um pouco da trajetória dos professores de Física neste importante espaço. Revela o quão importante são as ações de mobilidade docente que dão protagonismo aos professores e que lhes ofereçam oportunidades ímpares de se qualificarem para atuação nas escolas públicas. Eis uma leitura interessante! E que venham novas mobilidades, novas políticas públicas de valorização do magistério e novas propostas de mudança da educação brasileira.



# SUMÁRIO

---

Apresentação

*Nilson Marcos Dias Garcia / 13*

## **1º. Capítulo - O CERN e a Física de Partículas**

No CERN

*Ronald Cintra Shellard / 21*

## **2º. Capítulo - A escola de Física em Língua portuguesa**

As Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa

*Pedro Teixeira de Abreu / 37*

A Escola de Física CERN e sua contribuição na formação de professores brasileiros de Física do Ensino Médio

*Nilson Marcos Dias Garcia / 59*

## **3º. Capítulo - Preparando-se para ir ao CERN**

A equação

*Cristiano Grigorio Barbosa / 85*

Preparando-me para a viagem

*José Alvinho Sousa Ferreira / 87*

Alguns cuidados antes de arrumar as malas!

*James Colemam Alves, Miguel Henrique Barbosa e Silva,  
Ricardo Meloni Martins Rosado e Vagner Paulino / 93*

Nome na lista: e agora?

*Almir Guedes dos Santos e Sandro Soares Fernandes / 99*

CERN: uma jornada para o conhecimento

*Andréia Cristiane Müller / 111*

Em busca de um sonho

*Edi Terezinha de Oliveira Grings / 125*

Minha caminhada ao CERN

*Francisco Eduardo da Silva do Carmo / 133*

Sonho a ser realizado  
*Ivo Aparecido Goulart / 137*

Em busca de uma educação de qualidade, aproximando a ciência e a escola  
*Wagner Garcia Pereira / 145*

Da seleção à preparação para a Escola de Professores no CERN em  
Língua Portuguesa  
*Karine dos Santos Coelho / 153*

Replanejamento de curso e seu sentido pré CERN  
*Danila Ribeiro / 165*

#### **4º. Capítulo – Experiências vividas no CERN**

Nossa experiência no CERN  
*Antônio Araújo Sobrinho e Gilberto Morel de Paula e Souza / 187*

A importância de estar em Lisboa durante a Escola CERN  
*Jean Carlos Rodrigues / 191*

Genebra, uma cidade cosmopolita do primeiro mundo  
*Cristóvão Renato Moraes Rincoski / 197*

Estação CERN, conexão LIP: desembarcando no mundo das  
partículas elementares  
*Almir Guedes dos Santos e Sandro Soares Fernandes / 203*

Escola CERN para Professores de Língua Portuguesa 2010: uma reflexão sobre  
essa experiência a partir do relato de dois professores participantes  
*Jancarlos Menezes Lapa e Querem Hapuque Felix Rebelo / 219*

Visita ao CERN: da tensão criativa a um novo modelo para a matéria  
*Margareth Polido Pires / 227*

Desafios superados e conhecimentos compartilhados na  
Escola de Física CERN 2012  
*Rosa Maria de Alvarenga Leandro Oliveira / 233*

Uma viagem ao CERN: o mundo das partículas  
*Rosemeire Aparecida Nunes Oliveira / 241*

Conhecer o CERN: a viagem por Lisboa e a Escola junto ao  
LHC (Large Hadron Collider)  
*Angela Maria dos Santos / 249*

Um pequeno relato de uma grande experiência  
*Marcio Rogério Cardinal / 257*

CERN: pesquisa, inovação e educação unindo os povos  
*Wagner da Cruz Seabra Eiras / 267*

Atividades da Escola de Física do CERN: uma grande viagem  
ao mundo subatômico  
*Anaximandro Dalri Merizio, Gabriela Kaiana Ferreira, Lisiane Araujo Pinheiro,  
James Coleman Alves e Talita de Almeida Sandoval / 283*

Comunicação visual na Escola de Física do CERN  
*Ana Carla Lima Fonseca Coutinho, Josias Rogerio Paiva e  
Nelson Barrelo Junior / 303*

A aventura de conhecer o CERN  
*Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade / 319*

## **5º. Capítulo – A sala de aula pós CERN**

Divulgando o CERN para os jovens de Campos dos Goytacazes - RJ  
*Rosa Maria de Alvarenga Leandro Oliveira / 329*

A sala de aula pós CERN: experiência com os alunos de escola  
pública do Ensino Médio  
*Cecília Heliete Silva Resende / 333*

A sala de aula pós CERN: uma experiência na formação de  
professores de Física na Educação Básica do Distrito Federal  
*Glauson Francisco Chaves Nogueira / 341*

As contribuições da Escola de Física CERN para o Ensino Médio na  
Escola Estadual Zinha Meira  
*Kátia Ferreira Guimarães / 351*

Relatos de uma jornada inesquecível  
*Andréia Cristiane Müller / 361*

Divulgando a Física de Partículas para estudantes, professores e  
interessados pelo assunto  
*Maria Clara Igrejas Amon Santarelli / 373*

LHC-CP2: um hiperespaço de estudos sobre Física de Partículas no  
Ensino Médio transpassando os muros da escola  
*Márcio Nasser Medina / 381*

O CERN na sala de aula: popularização das ciências, do bóson,  
do méson, do lépton e afins  
*Alex Vieira dos Santos / 389*

Viagem ao mundo atômico pelas aulas de Física de nível médio  
*Almir Guedes dos Santos e Sandro Soares Fernandes / 399*

A Física de Partículas e a inclusão científica: a divulgação do  
conhecimento científico por meio das visitas virtuais ao experimento ATLAS  
*Anderson Guimarães Guedes e Amadeu Albino Junior / 411*

Visita ao CERN: fonte de inspiração para sala de aula  
*Amanda Vivian Medeiros de Souza, Ana Paula Rebello, Hudson Batista da Silva,  
James Coleman Alves e Lisiane Araujo Pinheiro / 421*

Replanejamento de curso e seu sentido pós CERN  
*Danila Ribeiro / 437*

A Escola de Física do CERN: divulgação científica, popularização da ciência e  
as redes sociais como ambiente virtual de aprendizagem cooperativa  
*Luciano Denardin de Oliveira / 459*

Jogando e aprendendo sobre o LHC e sobre Física de Partículas  
*Marta Maximo Pereira / 477*

Nunca mais as minhas aulas foram as mesmas...  
*Dulcidio Braz Jr. / 491*

**Sobre os autores / 513**

**Participantes das Escolas de Física CERN / 529**

## APRESENTAÇÃO

---

O CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares) foi criado em 1954 por meio de uma parceria de países europeus com o objetivo de recuperar a ciência europeia, desmantelada pela Segunda Guerra Mundial. De acordo com a convenção de sua criação, o CERN se propõe a fazer pesquisa fundamental de forma pública, sem fins militares, consagrando-se, ao longo de sua trajetória, como um dos grandes empreendimentos científicos administrados de forma coletiva. Suas instalações principais se situam na fronteira da Suíça com a França, no entorno da cidade de Genebra.

Desde a sua criação, o CERN tem reunido um significativo número de físicos, engenheiros e técnicos e tem construído aceleradores de partículas cada vez mais complexos e potentes, que transferem cada vez mais energia às partículas das quais grupos de investigadores pretendem estudar seus componentes. Além dos aceleradores, a partir do CERN também são projetados e construídos detectores, que analisam o resultado das colisões ocorridas entre as partículas aceleradas.

O mais recente acelerador de partículas construído é o LHC (Large Hadron Collider). Usando o túnel construído para o acelerador anterior, o LEP (Large Electron-Positron Collider), o LHC é uma obra sofisticada de Física, Engenharia e tecnologia, com um perímetro de 27 quilômetros, construído abaixo do solo, sob as cidades que ficam na fronteira da Suíça com a França, na região de Genebra. Seu objetivo é prover prótons com grande velocidade e alta energia e fazê-los colidir uns contra os outros em pontos específicos de seu perímetro, onde se localizam os chamados experimentos, que farão a detecção das partículas resultantes dessas colisões.

Compondo o atual sistema de detecção das partículas resultantes da colisão de prótons, ao longo da trajetória do LHC existem quatro experimentos principais, o CMS, o ALICE, o LHCb e o ATLAS, também projetados e construídos por consórcios internacionais de pesquisa, envolvendo universidades, laboratórios e pesquisadores de diversas partes do mundo. Obras magníficas da Física, da Engenharia e da tecnologia, cada um deles tem dimensões de dezenas de metros em comprimento, largura e altura e milhares de toneladas em estrutura e equipamentos de detecção, e são conectados a um também sofisticado e complexo sistema de eletrônica e de análise de dados, que produz conhecimentos que permitem melhor estudar, dentre outros aspectos, as interações entre as partículas, a matéria, a antimatéria, a matéria escura.

Os resultados obtidos ao longo desses anos de funcionamento do CERN são inúmeros, alguns dos quais revolucionaram o nosso mundo, como, por exemplo, a descoberta dos bósons W e Z, a criação da WEB (World Wide Web, mais conhecida como [www](http://www)) e, mais recentemente, a comprovação da existência do bóson de Higgs, além de contribuir para a criação de diversos dispositivos que são hoje utilizados, por exemplo, na medicina.

Assim, o CERN se transformou no maior laboratório de Física do mundo, um local onde se está construindo a ciência de hoje, em que se procura desvendar o presente para abrir as portas do futuro, demonstrando que a ciência é o resultado de uma construção coletiva, realizada por um sem-número de pessoas que produzem acontecimentos que podem modificar a história e a forma de ver o mundo.

Tomar ciência desse processo exerce um fascínio sobre muitos de nós. Assim, é emocionante ter a oportunidade de estar num local que foi palco de acontecimentos que estudamos nos livros. Ler um documento que nos desvende aquilo que para nós se constituía num mistério, sentir, no mais amplo significado da palavra, a atmosfera de um local, a importância de um documento e de uma fotografia relacionados ao nosso campo de interesse, cria laços de pertencimento a esse campo.

É essa a sensação que se tem quando se está no CERN. Sua história, seu papel na construção do conhecimento em Física, as pessoas que nele circulam, causam uma sensação de estar num local especial, daqueles que precisam ser vivenciados por todos os que têm a Física presente em suas atividades.

Um grupo de professores brasileiros de Física atuantes no Ensino Médio teve essa oportunidade. E talvez tenha sido a necessidade

de compartilhar as sensações por eles vivenciadas a grande motivadora da organização desse livro. Transmitir a outros professores e professoras um pouco das experiências, dos novos conhecimentos, das sensações vividas desde a preparação da viagem de ida até o compartilhamento do que foi vivenciado, após uma semana de curso neste que é o maior laboratório de Física do mundo.

A ideia de registrar em livro a experiência de ter estado no CERN surgiu há alguns anos, mais precisamente com o grupo de professores que participou da Escola de Física CERN no ano de 2012. Ela foi amadurecendo e agora se materializa, a partir das contribuições de muitos daqueles e daquelas que participaram das Escolas de Física CERN.

A estrutura básica concebida para o livro naquele momento, e que foi preservada, estimulou que as contribuições dos autores fossem feitas por meio de textos em forma de depoimentos, para que fosse possível registrar, de forma mais livre, as impressões vividas. Aliadas a essa apresentação mais livre, descrições mais detalhadas dos locais visitados e aspectos técnicos relativos aos momentos vivenciados conferiram um rigor acadêmico aos textos, que podem inclusive servir de referência para outros leitores. Mas, fundamentalmente, que os autores colocassem paixão nos seus escritos.

Resultado desse esforço, o livro se organizou em torno de cinco momentos: localizando o CERN e a sua importância; a Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa e a Escola de Física CERN; a preparação dos professores selecionados para participarem da Escola de Física CERN; a semana de curso no CERN; e a difusão da experiência vivenciada após o retorno ao Brasil.

O texto referente ao primeiro desses momentos, **No CERN**, foi escrito pelo prof. Ronald Cintra Shellard, do CBPF, um dos mentores e maiores estimuladores da Escola de Física CERN. Numa linguagem bastante envolvente e apoiado na sua participação e vivência na experiência DELPHI, faz uma ponte entre o CERN de décadas atrás e o CERN de hoje, mostrando aspectos do caminho percorrido desde o LEP (Large Electron-Positron Collider) até o LHC (Large Hadron Collider).

O segundo momento, **A Escola de Física em Língua Portuguesa**, compreende textos que apresentam aspectos e detalhes da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa. O primeiro deles, escrito pelo Prof. Pedro Teixeira de Abreu, coordenador geral da Escola, descreve como o *CERN Portuguese Teachers Programme*, voltado apenas

para professores portugueses, se transformou na Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa, alteração que possibilitou a participação brasileira. O segundo, escrito pelo Prof. Nilson Marcos Dias Garcia, apresenta a Escola de Física CERN, programa que seleciona e possibilita a participação de professores de Física brasileiros na Escola no CERN e analisa alguns dos impactos na sua formação.

O terceiro momento, **Preparando-se para ir ao CERN**, composto por doze textos, razão pela qual não será possível seu detalhamento individual, apresenta depoimentos de professores brasileiros que foram selecionados para participarem da Escola de Física CERN. Apresentando-se e indicando suas expectativas em relação a ir até o CERN, com descrições de situações peculiares e de coisas que aconteceram durante o processo de inscrição e seleção, detalhes de sua preparação para a viagem, recomendações para futuros selecionados, expectativas, receios, planos, etc..., formam um conjunto de textos que traduzem a emoção de ser selecionado para participar de uma atividade que muitos deles consideravam impossível de ser concretizada, principalmente por serem professores de pequenas cidades do interior brasileiro.

O quarto momento, **Experiências vividas no CERN**, está composto por treze textos, que, pelo fato de refletirem experiências vivenciadas em diversos momentos dos seis anos de realização da Escola, abordam enfoques que guardam distinção uns em relação aos outros. Alguns se concentram em descrever a experiência de estar em Lisboa, as visitas a museus e locais de caráter científico e histórico desta cidade com a qual temos um laço indelével, ou em Genebra e mesmo no CERN, produzindo textos mais pessoais e descontraídos. Outros descrevem a visita técnica ao LIP, em Lisboa, o dia a dia do curso no CERN, detalhes das palestras e visitas aos experimentos, gerando uma descrição mais acadêmica. De maneira geral, entretanto, os textos, escritos individual ou coletivamente, valorizam sobremaneira o segundo enfoque, mais acadêmico, mostrando as experiências relativas à aprendizagem e o aprofundamento de conhecimentos a respeito de Física de Partículas durante o curso no CERN, sem, no entanto, abandonar o primeiro enfoque, com o qual se articula. Em diversos momentos evidenciaram como se sentiram os professores por estarem na Europa, conhecendo Lisboa e Genebra, e mesmo outras cidades. Em outros, ressaltaram a convivência multinacional entre os professores, descrita de diversas formas, seja por meio de textos curtos e simples ou mais longos e densos, passando,

dentre outros aspectos, por uma descrição das mensagens transmitidas pelo uso da comunicação visual no CERN ou pela poesia de um cordel que apresenta o CERN e o LHC, demonstrando a liberdade com que os textos foram produzidos.

Finalmente, o quinto momento, **A sala de aula pós CERN**, por meio de quinze textos, foi dedicado a apresentar o que os professores fizeram após retornarem ao Brasil. Neste particular, foi dada especial ênfase à difusão e compartilhamento da experiência por eles vivenciada, por meio de entrevistas, palestras, cursos, trabalhos apresentados em eventos e textos publicados. Também foram relatadas atividades desenvolvidas em suas próprias salas de aula, assim como propostas para serem desenvolvidas em outras, tais como experiências motivadoras, sugestões de aulas, sugestões de experimentos, de cursos, de visitas virtuais, etc., com detalhes dos locais, dos participantes e mesmo de fotografias.

Repleto de fotografias, a maior parte delas tirada pelos próprios participantes – sim, é possível fotografar tudo no CERN –, os textos deram voz aos professores e professoras que, de forma envolvente, descreveram impressões e sensações dessa sua experiência em participar da Escola de Física CERN.

Boa leitura.

*Nilson Marcos Dias Garcia*  
Coordenador da Escola de Física CERN



## **1.º Capítulo**

# **O CERN e a Física de Partículas**



## No CERN

---

Ronald Cintra Shellard

### Meia-noite

**E**ra quase meia-noite quando vimos nosso primeiro  $Z^0$  no monitor, depois de três dias de expectativa. Faltavam segundos para o colisor ser desligado, encerrando a primeira rodada (*run*, no jargão dos físicos) de tomada de dados, no novíssimo colisor de elétrons ( $e^-$ ) e pósitrons ( $e^+$ ) do CERN, o LEP, sigla derivada de *Large Electron-Positron Collider*. Maria Elena Pol, física nascida em Rosário, na Argentina, mas parte do grupo brasileiro no DELPHI, pilotava o monitor. Do grupo que estava em vigília faziam parte ainda o Alessandro (Sandro) de Angelis, italiano, o Per Olof Hulth, sueco, e Nick van Eijndhoven, holandês.

A aparição do primeiro  $Z^0$  nos causou alívio e uma sensação de êxtase, análoga ao que eu imagino ser o momento de revelação para pessoas religiosas. Estávamos vendo o que nenhum outro ser humano havia visto antes. É bem verdade que corriam boatos sobre nossos concorrentes, os outros três detectores instalados no LEP, alegando que cada um deles já teria registrado a presença de  $Z^0$ s, ao longo dos três dias que tinha durado esta primeira operação do LEP. Por isso a sensação de alívio – afinal, não ficaríamos de fora da festa.

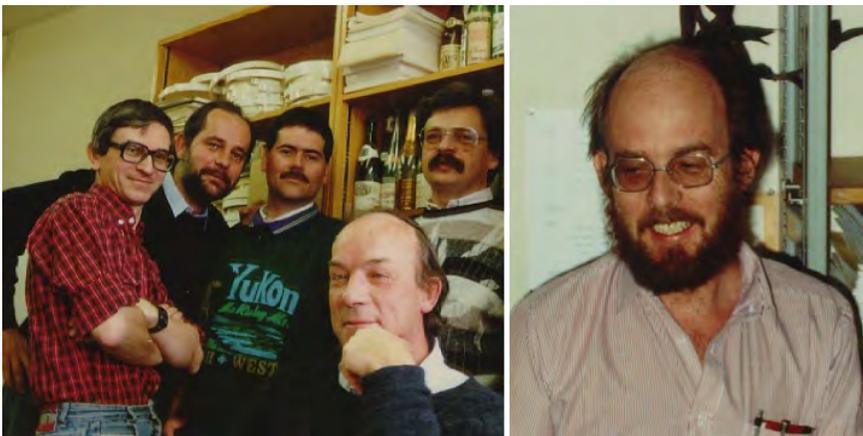
Mais tarde viemos a entender o porquê de termos registrado um  $Z^0$  apenas nos últimos segundos da operação inicial do colisor. O feixe de elétrons ( $e^-$ ) e de suas antipartículas, o pósitron ( $e^+$ ), estava desalinhado quando passava pelo detector – por isso, não havia inte-

rações. No entanto, quando se iniciou o processo de desligar os feixes, eles se realinharam, gerando uma colisão e nos salvando da frustração.

DELPHI (acrônimo derivado de **DE**tector with **L**epton, **P**hoton and **H**adron **I**dentification) era um dos quatro detectores então instalados no LEP – cada detector era operado por colaborações que envolviam, cada uma delas, algumas centenas de físicos e engenheiros. Naquela noite de agosto de 1989, éramos cerca de uma dezena de brasileiros trabalhando no CERN.

Eu estava no CERN havia mais de um ano, tendo recebido uma bolsa de pesquisador visitante, por um período de dois anos. Minha formação era a de físico teórico, tendo feito minha tese de doutorado na Universidade da Califórnia, em Los Angeles, sobre quebra dinâmica de simetria, tema que tem a ver com a geração de massas para as partículas e, indiretamente, com o recém-descoberto bóson de Higgs – ou, hoje, mais apropriadamente, bóson de Higgs-Brout-Englert.

Quando cheguei ao CERN, fui trabalhar com o Per Olof e um dos temas que tratamos foi o de examinar quais eram as características que deveríamos buscar nos eventos resultantes da colisão  $e^+$  e  $e^-$  que poderiam assinalar a existência desse bóson. Já à época, a busca do bóson de Higgs era um dos principais temas do programa científico dos experimentos instalados no LEP. Havia, então, a noção de que, se essa partícula existisse, ela deveria ter uma massa maior do que cerca de 8 GeV – uma suposição baseada em argumentos cosmológicos.



Grupo de amigos no CERN, Sacha, o autor, Nick, Hans e Yuri.  
Na outra foto, Per Olof (acervo pessoal).

Fomos investigar a literatura para ver se havia alguma evidência experimental para comprovar essa noção e descobrimos, para nossa surpresa, que não havia razão objetiva que limitasse o Higgs a ter uma massa acima de qualquer valor. Assim, preparamos o protocolo para a busca de uma partícula do tipo Higgs com massa muito pequena. Em poucos meses, já havia sido possível estabelecer limites para a massa do Higgs, com valores da ordem de 20 GeV. Nos onze anos de operação do LEP, esses limites inferiores foram sendo aumentados.

Hoje sabemos que o Higgs, que tem massa de 125 GeV, estava além do limite de produção do LEP. A saga da sua busca só terminou quando, em 12 de julho de 2012, os experimentos ATLAS<sup>1</sup> e CMS<sup>2</sup> anunciaram, no CERN, evidências para a existência de uma partícula com as características do bóson de Higgs.

Não é exagero dizer que a descoberta do Higgs marcará nossa civilização como um dos seus pontos altos. Não pela descoberta em si, mas por todo o processo que culminou nesse evento. Para começar, o CERN, fundado na década de 1950, foi um ensaio para o que viria a ser a Comunidade Europeia. Não é pouca coisa. Ir à Lua foi um feito de um único país – talvez de um segundo, se a China tiver sucesso. Descobrir o Higgs só foi possível por conta do número de países envolvidos nessa aventura do espírito humano. Um único país não conseguiria essa façanha.

## Um novo quark

O ano de 1974 – quando eu ainda fazia meu doutorado na UCLA – foi um período particularmente excitante na Física. Nele, deu-se o que muitos denominam “Revolução de Novembro”, quando foi descoberto o quark *charm*. Difícil expressar o significado e a excitação associada a essa descoberta.

Fui testemunha de um episódio muito significativo do espírito da época. Com outros colegas, estava fazendo um curso sobre Física das Partículas, dado por Jun John Sakurai, famoso por seus livros-texto sobre Mecânica Quântica.

---

1 Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC, ATLAS Collaboration. **Phys. Lett.**, B716, 1 (2012).

2 Observation of a new boson at mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC, CMS Collaboration. **Phys. Lett.**, B716, 30 (2012).

A data, lembro com precisão: 12 de novembro de 1974, terça-feira, final da tarde. Tinha como colega de sala o Pham Quang Hung, estudante vietnamita que fazia sua tese com o Sakurai. Somos até hoje bons amigos – ele está na Universidade de Virgínia, nos EUA. PQ, como o chamamos, vinha de uma família abastada no então Vietnã do Sul e alguns de seus familiares ocupavam altos postos na administração do país. O Departamento de Física da UCLA tinha um sistema de rádio para se comunicar com o grupo que fazia experimentos no CERN e disponibilizara o rádio para que PQ se comunicasse com sua família. Com isso, acompanhamos de perto o fim do regime naquele país e a derrota norte-americana em primeira mão – sabíamos o que se passava lá muito antes das notícias na televisão.

PQ está hoje envolvido num programa de reestabelecimento da Física no Vietnã, organizando escolas de verão em Hue. O trabalho de tese dele era desmontar o Modelo Padrão, mostrando que vários fenômenos da Física de Partículas poderiam ser explicados sem a necessidade do bóson vetorial  $Z^0$ . O curioso é que a motivação do Sakurai, ao propor esse problema, era criar bases mais sólidas para o que chamamos hoje de Modelo Padrão.

Naquele 12 de novembro, vários dos professores do Departamento assistiam ao curso e, naquele dia, o tópico era  $e^+ e^-$ , assunto em evidência à época, por causa da entrada em operação do colisor SPEAR, em Stanford, na Califórnia, em 1972. Em dezembro de 1973, os primeiros resultados do SPEAR foram anunciados por Burt Richter numa conferência em Irvine, Califórnia. Os resultados foram apresentados na forma da razão entre a seção de choque da colisão entre  $e^+ e^-$ , onde há a produção de hádrons, e a seção de choque entre esta partícula e antipartícula, que resulta na produção de um par de múons, positivo e negativo.

Múons já eram conhecidos pelos físicos desde 1936, quando foram observados em raios cósmicos por Carl Anderson e Seth Neddermeyer. O que faz os múons especiais é que atravessam grandes quantidades de matéria sem serem absorvidos ou sem mudar muito sua direção. A razão é que são muito parecidos com elétrons, porém cerca de 200 vezes mais pesados (ou massivos no jargão dos físicos), sofrendo apenas interações (forças) eletromagnéticas e fracas, em contraste com píons, que sofrem também a chamada interação forte, muito mais intensa.

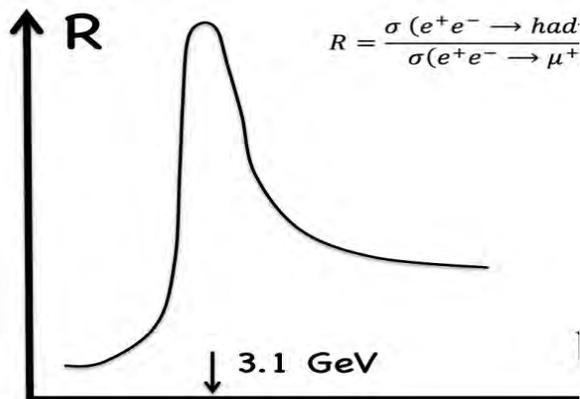
Poucos antes, em 1968, uma equipe de cientistas do SLAC (sigla para Stanford Linear Accelerator Center, o mesmo laboratório que o

SPEAR), usando um acelerador linear de elétrons, descobriu as primeiras evidências de que prótons e nêutrons têm estrutura interna composta por quarks – ou *partons*, como eram denominados por Richard Feynman.

Com a existência de quarks, os teóricos chamavam atenção ao fato de que a razão

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadrons})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$

onde  $\sigma$  significa a seção de choque, deveria ter um valor constante, igual à soma do quadrado das cargas dos *quarks* – ao menos para energias maiores que o limiar da massa dos quarks. No entanto, os primeiros resultados apresentados por Richter, em Irvine, indicavam um fator  $R$  crescendo com energia. Essa era a situação, naquela tarde de 12 de novembro de 1974. No final da aula, Sakurai casualmente observou: “*Ontem à noite, ligou-me um amigo do SLAC e disse que observaram no fim de semana uma ressonância, com centro de massa de 3.1 GeV*”. Depois disso, desenhou a figura da ressonância.



Esboço da ressonância J/Psi.

Imediatamente, seguiu-se grande excitação entre os professores que assistiam à aula. Para nós, alunos, não era óbvio o significado da ressonância, mas era claro que era algo especial. Lembro-me de Ernest Abers, autor de um texto clássico sobre teorias de Gauge<sup>3</sup>, pergun-

<sup>3</sup> ABERS, E. S.; LEE, B. W. Gauge theories. **Phys. Rep.**, 7, 1 (1973).

tar se aquela ressonância não era a mesma vista pelo Samuel Ting, em Brookhaven. Era.

Sakurai terminou a aula explicando o significado da descoberta do quark *charm*<sup>4</sup>. Começava a “Revolução de Novembro de 1974”, com a descoberta – que no momento em que este depoimento está sendo escrito, completa 40 anos – que se tornou um momento transformador na Física das Partículas.

A data da aula do Sakurai é significativa, pois se verificarmos a data de submissão dos *papers* da descoberta da “Partícula Pesada  $J^{\psi}$ ”<sup>5</sup>, como Ting a batizou – veremos que ela é 12 de Novembro de 1974, enquanto a do grupo de Burt Richer – que sugeriu o nome de  $\psi(3105)$ <sup>6</sup> – é de 13 de Novembro.

A  $J/\psi$ , como ficou conhecida, era prova indireta – porém cabal – da existência do quark *charm*.

Ting e Richter dividiram o prêmio Nobel de Física de 1976 por esta descoberta. É interessante entender a origem da diferença de um dia na data da submissão dos trabalhos, bem como as diferenças entre os experimentos.

O experimento de Ting explorava a colisão de um feixe de prótons contra um alvo de núcleos de berílio, examinando pares  $e^+$  e  $e^-$  produzidos e extraindo desses dados a massa efetiva do par. É um experimento difícil, com boa chance de contaminação dos resultados por partículas espúrias, exigindo grande cuidado na análise dos dados. Desde agosto de 1974 ouviam-se rumores de que o experimento de Ting estava observando uma ressonância que não podia ser interpretada usando a física canônica de então.

Em contraste, o experimento do Richter media o resultado das colisões  $e^+$  e  $e^-$  literalmente *online*. Depois de apresentarem resultados inconclusivos nas conferências do verão (do hemisfério Norte) de 1974 – resultados que, de certa forma, eram incompatíveis com a noção do modelo de quarks – Richter e colegas decidiram fazer uma varredura, variando lentamente a energia do centro de massa do feixe  $e^+$  e  $e^-$ .

---

4 Vamos usar ao longo deste texto a denominação inglesa para o nome dos quarks, que são *up*, *down*, *charm*, *strange*, *top* e *bottom*.

5 AUBERT, J. J. *et al.* Experimental Observation of a Heavy Particle  $J$ . **Phys. Rev. Lett.**, 33, 1404 (1974).

6 AUGUSTIN, J. E. *et al.* Discovery of a Narrow Resonance in  $e^+ e^-$  Annihilation. **Phys. Rev. Lett.**, 33, 1406 (1974).

Enquanto a energia estava abaixo de 3,0 GeV, os monitores de controle dos eventos produzidos registravam poucos eventos por minuto. No entanto, ao cruzar esse limiar de energia, os monitores figurativamente explodiam com eventos. Cruzaram essa linha na noite de domingo, 10 de novembro, quando um estudante de doutorado estava no plantão do experimento. No dia seguinte (segunda-feira, 11), tinham o *paper* pronto e colocado no correio na Califórnia e enviado para a redação da **Physical Review Letters** (PRL), no outro lado dos Estados Unidos, em Brookhaven.

Coincidentemente, Ting tinha uma reunião no SLAC, onde era membro do Comitê Científico do Laboratório, e tomou conhecimento da descoberta. Imediatamente ligou para seus colaboradores em Brookhaven e determinou que o *paper*, que já estava pronto, sobre sua versão da descoberta, fosse imediatamente submetido ao **Physical Review Letters**, com escritório em Brookhaven – portanto, sem a necessidade de postar no correio!

O curioso é que o tema estava tão maduro que cientistas trabalhando no Laboratório Frascati, na Itália, em poucos dias foram capazes de reproduzir os resultados de Richter, e o trabalho deles foi publicado no mesmo número da PRL<sup>7</sup>.

Foi um período riquíssimo de palestras, debates acalorados, mas a consequência final dessa descoberta foi a consolidação do modelo de quarks como estrutura da matéria e do Modelo Padrão para interpretar as interações fundamentais da matéria. Pouco depois da descoberta do *quark charm*, o mesmo grupo do SPEAR/SLAC encontrou indícios de um novo membro da família à qual pertencem tanto os elétrons quanto os múons. Esse novo membro foi batizado de tau ( $\tau$ )<sup>8</sup>. O líder desse trabalho, Martin Perl, recebeu parte do prêmio Nobel de Física de 1995 pela descoberta.

A existência do *quark charm* – apesar de sua descoberta ter causado grande surpresa – havia sido prevista por vários argumentos teóricos<sup>9</sup> e, de certa maneira, completava o quadro das famílias de quarks e léptons – este último, nome da família que abrange o elétron, o múon

7 BACCI, C. *et al.* Preliminary Result of Frascati (ADONE) on the Nature of a New 3.1-GeV Particle Produced in  $e^+e^-$  Annihilation. **Phys. Rev. Lett.**, 33, 1408 (1974).

8 PERL, M. *et al.* Evidence for Anomalous Lepton Production in  $e^+e^-$  Annihilation. **Phys. Rev. Lett.**, 35, 22 (1975).

9 GLASHOW, S.; ILIOPOULOS, J.; MAIANI, L. Weak Interactions with Lepton-Hadron Symmetry. **Phys. Rev. D** 2, 1295 (1970).

e o tau, bem como seus respectivos neutrinos. Em contraste, a descoberta de um novo integrante dessa família – cerca de 3,5 mil vezes mais pesado que o elétron – foi realmente inesperada, mas, consequentemente, qualquer um poderia prever uma nova família de *quarks*. Os dois membros da nova família, ainda hipotética, foram rapidamente batizados de *top*, um quark com propriedade semelhantes ao *charm* ou o *up*, e de *bottom*, semelhante aos quark *strange* e o *down*. Os *quarks up* e *down* fazem parte de prótons e nêutrons.

A existência de uma terceira família de quarks (*top* e *bottom*) havia sido especulada já em 1973, por dois físicos japoneses, Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa<sup>10</sup>, como parte de um mecanismo para explicar a violação da simetria de CP (conjugação de carga-paridade) no decaimento dos bósons do tipo káons neutros. No entanto, esse trabalho não recebeu muita atenção até a descoberta do lépton tau ( $\tau$ ). Kobayashi e Maskawa ganharam o prêmio Nobel de Física de 2008 por prever essa terceira família de *quarks*.

A descoberta do *bottom* ocorreu ainda em 1977, quando o grupo do físico norte-americano Leon Lederman observou uma ressonância – análoga à observada por Ting alguns anos antes – de um novo quark em colisões próton-núcleo, no Fermilab<sup>11</sup>.

Para completar o quadro das famílias dos quarks foi necessário esperar outros 18 anos, até 1995, quando os cientistas que trabalhavam em dois experimentos, o CDF e o D0, no Tevatron, no Fermilab<sup>12,13</sup>. Identificar o quark *top* foi uma tarefa muito difícil e delicada, pois o sinal tinha um ruído de fundo muito grande – vale lembrar aqui que a descoberta do bóson de Higgs guarda semelhanças com a descoberta do *top*.

## Boatos na cafeteria do CERN

Volto ao CERN. Dessa vez, não em 1989, mas, sim, para o verão europeu de 1982, quando eu terminava uma estada de três meses na di-

---

10 KOBAYASHI, M.; MASKAWA, T. CP-Violation in the Renormalizable Theory of Weak Interaction. **Prog. Theor. Phys.**, 49, 652 (1973).

11 HERB, S. W. *et al.* Observation of a Dimuon Resonance at 9.5 GeV in 400-GeV Proton-Nucleus Collisions. *Phys. Rev. Lett.*, 39, 255 (1977).

12 ABE, F. *et al.* Observation of Top Quark Production in pp Collisions with the Collider Detector at Fermilab. *Phys. Rev. Lett.*, 74, 2626 (1995).

13 ABACHI, S. *et al.* Search for High Mass Top Quark Production in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV. *Phys. Rev. Lett.*, 74, 2422 (1995).

visão teórica. O CNPq tinha assinado com o CERN, anos antes, um acordo pelo qual repassava recursos àquele laboratório e este convidava físicos teóricos brasileiros para períodos curtos de trabalho no CERN.

Fui um destes convidados. Havia começado a funcionar pouco tempo antes o *Super Proton Synchroton* (SPS), então o mais poderoso acelerador de partículas do mundo, que estava operando no modo de colisão prótons-antiprótons. Preparar feixes de antiprótons, juntá-los num feixe e colidi-los com prótons foi um feito de engenharia fantástico, comandado por Simon van der Meer, engenheiro holandês, especializado na física de aceleradores.

O centro nevrálgico do CERN é a cafeteria, o bandejão onde todos se encontram para almoçar – às vezes jantar – e, principalmente, se reunir às 10 da manhã e 4 da tarde para tomar café e discutir Física. É uma maneira elegante de dizer o que realmente se faz: fofocar sobre assuntos da Física, ouvir os boatos, os rumores, saber o que está acontecendo, antes de que estas coisas assumam seu papel real, na forma de *papers* submetidos aos periódicos científicos.

Esta é uma característica da Física. Uma descoberta, uma ideia nova, só são levadas a sério quando materializadas num trabalho publicado num periódico científico. E a razão é simples: qualquer proposta, anúncio de descoberta, nova ideia, para ter validade deve ser escrutinizada pelos pares de forma independente e organizada – é isso que dá credibilidade à ciência. A cafeteria do CERN é um lugar democrático, onde você vai encontrar físicos de que só ouviu falar como figuras míticas ou que eventualmente tenham estado em Estocolmo para receber um prêmio. E lá na cafeteria uma ou mais dessas figuras podem estar sentadas ao seu lado. Fazer um *selfie*, pedir um autógrafa? Nem pensar! Na cafeteria, são todos iguais.

Neste verão de 1982 os boatos na cafeteria do CERN tinham como tema os rumores sobre a descoberta dos bósons  $W^\pm$  e  $Z^0$ , pelos experimentos instalados no SPS. A previsão para a existência dessas partículas está associada à concepção de um modelo que unifica as interações fracas e eletromagnéticas num mesmo esquema formal. O saudoso físico brasileiro José Leite Lopes, um dos fundadores do CBPF, foi a primeira pessoa a sugerir a existência de uma partícula com as características do que chamamos hoje a  $Z^0$  – isso se deu em 1958<sup>14</sup>.

---

14 LOPES, J. L. A model of the universal fermi interaction. **Nucl. Phys.**, 8, 234 (1958).

A  $Z^0$  é uma espécie de irmã pesada do fóton, assim como as  $W^\pm$  são suas irmãs com carga elétrica. Uma diferença fundamental entre o fóton e essas três irmãs é que o primeiro não tem massa, enquanto as outras três têm. Outra diferença: o fóton é o agente da interação (força) eletromagnética; enquanto a tríade é a responsável por intermediar a chamada força fraca.

A explicação de como é possível gerar massa para estas partículas, de modo que mantenham algumas das características que fazem do fóton uma partícula tão especial – foi o que levou a Academia Sueca dar o Nobel de Física de 2013 a Peter Higgs<sup>15</sup> e François Englert<sup>16</sup>. Em tempo: Higgs e Englert não foram os únicos a formularem essas ideias<sup>17</sup>, o que mostra que elas já estavam maduras, suspensas no ar!

A formulação definitiva da unificação do eletromagnetismo com a interações fracas, numa única estrutura, que tem como característica a simetria das equações por uma transformação que atende pelo nome técnico de Simetria de Gauge, foi completada poucos anos depois pelo trabalho do físico norte-americano Steven Weinberg<sup>18</sup> e do paquistanês Abdus Salam<sup>19</sup>, ampliando uma formulação inicial de Sheldon Glashow<sup>20</sup> (sim, é homenagem a ele o Sheldon da série *The Big Bang Theory*). Os três receberam o prêmio Nobel de 1979 por essa proposição.

Havia pouca dúvida de que os novos experimentos no SPS, em operação naquele verão de 1982, o UA1 e o UA2 (as iniciais referem-se a *Underground Area*), mais cedo ou mais tarde iriam mostrar de forma conclusiva a existência desses bósons, que, juntamente com o fóton, são denominados bósons vetoriais.

Uma das evidências indiretas para o  $Z^0$  tinha sido a descoberta das correntes neutras pelo experimento Gargamelle, no CERN, que estudou o espalhamento de neutrinos pela matéria. Os rumores que fluíam na cafeteria naquele verão só vieram a se confirmar no início

---

15 HIGGS, P. Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons. **Phys. Rev. Lett.**, 13, 508 (1964).

16 ENGLERT, F.; BROUT, R. Broken Symmetry and the Mass of Gauge Vector Mesons. **Phys. Rev. Lett.**, 13, 321 (1964).

17 HAGEN, G.; GURALNIK, C.; KIBBLE, T. Global Conservation Laws and Massless Particles. **Phys. Rev. Lett.**, 13, 585 (1964).

18 WEINBERG, S. A model of Leptons. **Phys. Rev. Lett.**, 19, 1264 (1967).

19 SALAM, A. **Elementary particle physics: relativistic groups and analicity**. In: Eighth Nobel Symposium, ed. N. Svartholm, Almquist and Wiksell (1968), p. 367.

20 GLASHOW, S. L. Partial symmetries of weak interactions. **Nucl. Phys.**, 22, 579 (1961).

do ano seguinte com a publicação dos trabalhos que evidenciavam a descoberta dos  $W^\pm$  e  $Z^0$ . Já em 1984, o físico italiano Carlo Rubbia e o engenheiro holandês Simon van der Meer ganharam o prêmio Nobel de Física pela descoberta.

## Liberdade assintótica

Quando fui trabalhar no CERN, fazendo a transição de teoria para física experimental em março de 1988, o anel de colisão LEP já estava quase completo. O Modelo Padrão já estava consolidado. Não mencionei neste texto outro avanço importante que aconteceu, ainda na época que fazia o meu doutoramento, que foi a descoberta da liberdade assintótica de teorias de calibre (ou *gauge*) não abelianas e a consequente inferência de que os quarks, além da característica denominada sabor (nome técnico dados às diferenças entre, vamos dizer, quark *up* e *down*), tinham também outra propriedade, com nome técnico de cor, termo cuja origem está na constatação de que essa propriedade vinha em três tipos e, por analogia, foi associada às três cores fundamentais – em inglês *red*, *green* e *blue* – e o nome pegou.

Além das interações eletromagnéticas e fracas, outra interação permeia as relações entre as partículas: a interação forte, da qual já falamos brevemente neste texto. A demonstração da liberdade assintótica das teorias de calibre não abelianas foi feita pelos físicos David Gross e Frank Wilczek<sup>21</sup> e por David Politzer<sup>22</sup>, trabalhando na costa leste dos EUA. Os trabalhos fizeram parte das teses de doutoramento de Wilczek e de Politzer. Os três receberam o prêmio Nobel de Física de 2004 pela descoberta da liberdade assintótica.

A estrutura que explica as interações fortes tem como nome Cromodinâmica Quântica (QCD, sigla derivada do termo em inglês). A QCD previa novas partículas, os glúons, que fazem a ligação entre os quarks e que são responsáveis por trocar a cor nestes últimos. Em contraste aos fótons, bem como aos  $W^\pm$  e  $Z^0$ , os glúons só existem no interior das partículas, não podem ser produzidos isoladamente. No entanto, no final da década de 1970, foram publicadas evidências experimentais

21 GROSS, D. J.; WILCZEK, F. Ultraviolet behavior of non-abelian gauge theories. **Phys. Rev. Lett.**, 30, 1343 (1973).

22 POLITZER, H. D. Reliable perturbative results for strong interactions. **Phys. Rev. Lett.**, 30, 1346 (1973).

para a existência dos glúons por experimentos instalados no anel de colisão DORIS, no DESY, Alemanha. Esta impossibilidade de os glúons não existirem de forma livre, isolada, não é tão estranha assim, pois, pela mesma razão, intrínseca da QCD, quarks também não existem em forma livre na natureza, mas aparecem sempre como um conjunto de três ou dois – neste último caso, como pares quark-antiquark.

Naquele mesmo período, o físico holandês Gerard t’Hooft<sup>23</sup> e seu orientador de doutorado, Martinus Veltman, mostraram que teorias da classe das interações eletrofracas e da cromodinâmica quântica eram renormalizáveis, ou seja, eram matematicamente consistentes. Por esse trabalho, receberam o prêmio Nobel de Física de 1999.

Assim, quando cheguei ao CERN em 1988, o Modelo Padrão para as Partículas e Interações Fundamentais da Matéria (ou, simplesmente, Modelo Padrão) já estava consolidado, sendo formado pela combinação de duas teorias independentes: a) as das interações eletrofracas, com os bósons vetoriais fóton, as  $W^\pm$  e a  $Z^0$  servindo de ponte de ligação entre partículas; b) a cromodinâmica quântica, na qual o papel de ponte de ligação é desempenhado pelos glúons. No Modelo Padrão, além dos bósons que acabamos de citar, há ainda duas classes de partículas: a) os léptons, que interagem apenas pela ponte eletrofraca, e b) os quarks, sujeitos às interações eletrofracas e às fortes (QCD).

O quadro abaixo traz um resumo do Modelo Padrão, destacando as três famílias de quarks e léptons (colunas verticais), bem como os bósons vetoriais:

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| Quarks           | $\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}_{r,g,b}$ | $\begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}_{r,g,b}$   | $\begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}_{r,g,b}$     |
| Léptons          | $\begin{pmatrix} e^- \\ \nu_e \end{pmatrix}$   | $\begin{pmatrix} \mu^- \\ \nu_\mu \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} \tau^- \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$ |
| Bósons Vetoriais | Glúons, Fóton, $W^\pm$ e $Z^0$                 |  |  |

As partículas do Modelo Padrão

23 t’HOOFT, G. Renormalization of massless Yang-Mills fields. **Nucl. Phys.**, B33, 173 (1971); t’HOOFT, G. Renormalizable Lagrangians for massive Yang-Mills fields. **Nucl. Phys.**, B35, 167 (1971).

Hoje, a esse esquema adiciona-se o bóson de Higgs, necessário para induzir tanto a massa dos bósons vetoriais quanto a das outras partículas. Em 1988 faltava descobrir-se o quark *top*, mas havia poucas dúvidas sobre sua existência. Sabia-se que era apenas uma questão de tempo.

Curiosamente, antes da descoberta deste quark, no Fermilab, os experimentos do LEP foram capazes de estimar a massa desse *quark* com mais precisão do que a massa medida. Essa estimativa tem a ver com fenômenos quânticos observados em processos medidos nos experimentos do LEP e é outra evidência da solidez do Modelo Padrão.

Até hoje (final de 2014), não foi observada experimentalmente nenhuma violação do Modelo Padrão, uma das construções humanas mais perfeitas.

## Astropartículas

Trabalhei no experimento DELPHI de 1988 até praticamente o fechamento do LEP para sua substituição pelo novo acelerador, o LHC (sigla para *Large Hadron Collider*). Em 1995 tomei conhecimento, de forma quase acidental, do projeto de se construir um gigantesco detector de raios cósmicos e, mais acidentalmente ainda, acabei sendo capturado pelo projeto, que hoje é o Observatório Pierre Auger, construído e funcionando na Província de Mendoza, na Argentina, para estudar raios cósmicos, área cujo desenvolvimento está na raiz da Física do século passado.

A chamada Área das Astropartículas tem sua origem na criação do Auger, somada ao advento de observatórios de raios gama de altas energias, bem como os neutrinos cósmicos e o desenvolvimento de novos detectores que tem como objetivo elucidar a natureza da matéria escura (cerca de 70% da constituição do universo), tema que não abordei aqui, mas que é hoje um dos grandes desafios científicos da Física.

A partir do ano 2000, quando já estava engajado na construção do Auger, fui poucas vezes ao CERN, apesar de o Auger fazer parte dos experimentos “reconhecidos” por aquele laboratório – uma maneira de se dizer que o observatório é um experimento de partículas. Porém muitos colegas que trabalharam comigo no DELPHI vieram também a fazer parte do Auger.

Em julho de 2013, recebi em casa o Alessandro de Angelis, o Per Olof Hulth e o Nick van Eijndhoven, durante a realização, no Rio de Janeiro, da Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos. Tínhamos todos tomado o caminho das astropartículas. Per Olof e Nick trabalham hoje no IceCube, experimento no polo Sul que mede neutrinos cósmicos de grande energia; Sandro está no Magic, observatório de raios gama nas ilhas Canárias e com quem estou envolvido no projeto e construção do futuro CTA (sigla para *Cherenkov Telescope Array*), gigantesco observatório de raios gama de altíssimas energias que será construído na América do Sul.

Naquela noite, brindamos com uma caipirinha os 24 anos de outra noite inesquecível, quando observamos nosso primeiro  $Z^0$ .



24 anos depois, Per Olof, Nick, Sandro e o autor (acervo pessoal).

## **2.º Capítulo**

# **A Escola de Física em Língua Portuguesa**



# AS ESCOLAS DE PROFESSORES NO CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA

---

Pedro Teixeira de Abreu

## Introdução

A primeira edição em língua portuguesa da Escola de Física Moderna no CERN para professores ocorreu em 2007. Desde o início, a escola foi pensada como anual e o *CERN Portuguese Teachers Programme* era restrito a Professores de Portugal. Mas, logo em 2009, o Programa foi ampliado para professores provenientes dos países de língua oficial portuguesa, transformando-se, assim, no *CERN Portuguese Language Teachers Programme*.

Nesta secção, procuramos fornecer uma visão das escolas, bem como do seu enquadramento, história e resumos das respetivas edições e alguns resultados.

Ao longo das suas oito edições, as Escolas evoluíram, mantendo os objetivos principais de proporcionar formação intensiva e abrangente sobre Física de Partículas, no local onde se investiga esta área científica e se desenvolvem as tecnologias associadas. Em todo o processo, o CERN respondeu sempre aos novos desafios de forma entusiástica e eficiente, permitindo que os problemas que fossem surgindo – em particular derivados do aumento do número de participantes – tivessem logo solução. Hoje, a Escola em Língua Portuguesa é o maior programa de formação para professores no CERN, com o maior número de participantes (nomeadamente, uma quota significativa de professores brasileiros), mas

também variedade de origens e histórias, permitindo uma rica troca de experiências. E à volta da Física Moderna e numa envolvente muito estimulante, os professores de origens muito diversas, quer geograficamente, quer social e economicamente, podem assim aprender uns com os outros como vencer os desafios no dia a dia da escola, como tratar assuntos complexos, como lidar com as dificuldades dos seus alunos nas aprendizagens das matérias e da socialização entre eles. Esta internacionalização, sempre em língua portuguesa, permitiu enriquecer enormemente a escola nesta vertente da abertura de horizontes e criação de redes dos professores portugueses.

As Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa têm merecido o apoio financeiro da Agência Ciência Viva em Portugal e da Agência CAPES no Brasil, por meio de projetos submetidos e aprovados anualmente. Têm servido também para fortalecer os laços entre as comunidades educativas de Portugal e do Brasil, e de outros países de língua oficial portuguesa no âmbito da CPLP – Comunidade de Países de Língua Portuguesa. E, nas reuniões e conferências internacionais onde têm sido apresentadas, têm merecido o interesse da comunidade educativa e dos colegas cientistas envolvidos na divulgação.

O impacto das Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa na comunidade escolar e, por intermédio desta, na sociedade, tem sido sempre muito elevado, nos vários países envolvidos. Com o tempo, o número de participantes noutras ações ligadas à promoção do CERN e da Física de Partículas, bem como as iniciativas próprias dos professores que passaram pelo CERN, têm aumentado significativamente. Temos tido retorno dos participantes em relação às atividades por si desenvolvidas, como palestras, *blogs*, aulas e ações nas suas comunidades escolares, que nos indica que estas Escolas têm sido uma fonte de motivação e conhecimento para ser levado aos quatro cantos do mundo. Começam-se agora a notar os frutos deste importante investimento na formação e educação: há muito mais jovens motivados para seguir uma carreira científica, e em particular interessados em Física de Partículas, e em outras áreas de trabalho do CERN. Esperamos assim continuar a contribuir, com a Física de Partículas e tecnologias associadas e com o CERN, para o estímulo da curiosidade nos jovens e para o aumento do ingresso de jovens em carreiras científicas.

## **As Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa – a visão de levar a Física de Partículas em Português à sociedade**

As Escolas de Física no CERN têm a ambição de trazer ao CERN os professores que atuam nas escolas de Ensino Médio (Secundário), para estes terem contato com a ciência e tecnologia de ponta no local onde ela se desenvolve e para criar fatores multiplicativos. Espera-se que cada professor fale do CERN e da ciência que lá se faz, e de quem a faz, a aproximadamente 100 alunos em cada ano, levando assim este conhecimento a 1.000 novos alunos a cada dez anos.

Não se pretende com estas Escolas dar uma formação em Física de Partículas que permita ao participante iniciar-se na investigação na área, ou participar nas experiências que se realizam no CERN. Mas trata-se de motivar o professor para falar nas suas aulas sobre o papel do CERN e da Física Moderna, como se desenvolve hoje e como funciona a ciência global. Trata-se também de fortalecer os contatos entre os cientistas e os professores, para que estes possam falar nas suas comunidades das pessoas que estão por trás das descobertas científicas, do lado humano da ciência e de como poderão os seus alunos ambicionar um dia tornarem-se cientistas nestas áreas. E é por meio dos contatos assim criados que conseguimos ter cientistas a dar palestras de divulgação em escolas, permitindo ao professor intermediar o diálogo entre os seus alunos e o cientista, permitindo ao cientista chegar aos jovens, servir de inspiração e mostrar caminhos a seguir para chegar a ser um cientista de sucesso. É também uma missão vital do CERN inspirar e formar os cientistas de amanhã!

Os alunos olham muitas vezes para a ciência – especialmente nestas áreas muito dependentes de grandes recursos e de enormes desenvolvimentos tecnológicos – como algo inatingível, algo só para gênios e, por vezes, certas descobertas, como o bóson de Higgs, publicizadas nos meios de divulgação passam-lhes completamente ao largo. Olham para a ciência como algo que não é de todo para eles e as grandes questões que hoje assolam a Física de Partículas – estrutura da matéria, matéria escura, energia escura, buracos negros, violação de CP (carga-paridade) e assimetria matéria-antimatéria, etc. – são termos totalmente incompreensíveis, que os afastam ainda mais de um possível percurso científico na sua formação.

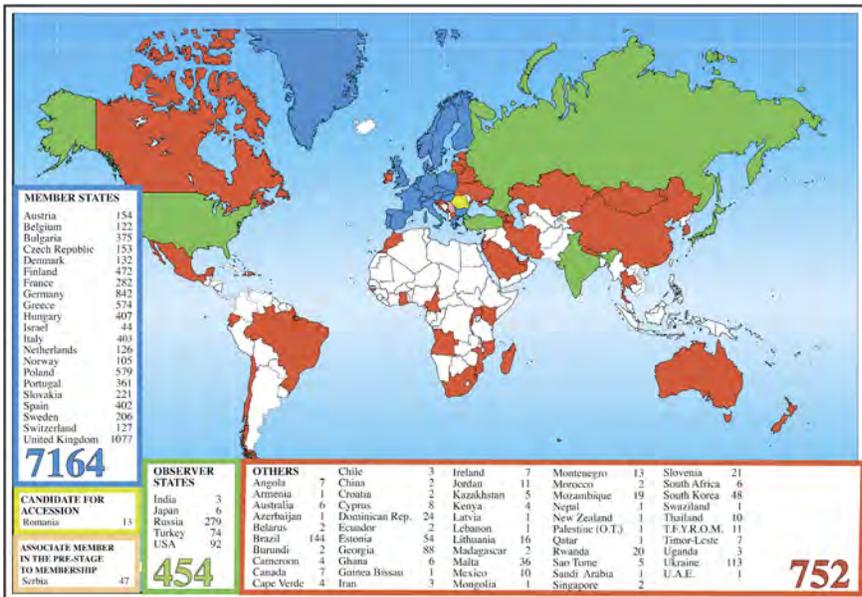
O professor tem aqui um papel essencial. Pode levar o aluno a abordar estes assuntos com outros olhos e perspectivas e as Escolas de Professores podem também fornecer experiências e argumentos aos professores para que possam levar os seus alunos num passeio científico. Se os seus alunos puderem ter uma visão – por alto, certamente – das perguntas e possíveis respostas que estão hoje em discussão nos grandes laboratórios internacionais, poderão ser motivados para iniciar uma carreira que tem ainda muito de trabalho e de exigência para vir a compreender essas questões e contribuir para as suas respostas.

O CERN tem a missão de devolver à sociedade o conhecimento adquirido nas experiências realizadas nas suas instalações. E embora parte desta missão possa ser cumprida com as publicações científicas nas revistas da especialidade, bem sabemos também como estas não são propriamente acessíveis ao cidadão que não tenha formação nesta área científica. Assim, é particularmente importante chegar também às pessoas por meio de ações desenvolvidas numa perspectiva pedagógica e motivar os alunos e as escolas a olhar para esta ciência de uma maneira mais acessível, que permita satisfazer e desenvolver a sua curiosidade.

A ciência que se desenvolve no CERN faz-se a um nível global, a grande escala, em colaborações internacionais com muitos parceiros e, necessariamente, numa língua comum, o inglês. Mas o ensino e a interação dos professores com os seus alunos é na língua nacional. Não se pode esperar que sejam os professores – sozinhos – a traduzir a complexa linguagem inglesa técnica e científica para o equivalente em português. Ao fornecermos os conteúdos e a formação em português, estamos também a discutir esta Física nova (para muitos professores que não a tiveram na formação inicial nas universidades) numa linguagem acessível que podem usar com os seus alunos.

## **Enquadramento**

O CERN organiza desde 1998 programas de formação em Física Moderna para professores do Ensino Médio (Secundário). Nos seus vários Programas, até a data, já participaram aproximadamente 8.000 professores, majoritariamente dos países membros. A sua distribuição geográfica mostra-se na figura (Fonte: relatório CERN/3152/RA). Estes programas dividem-se hoje em Programas Internacionais no verão (*High School Teachers - HST*) e Programas organizados pelos países membros nos outros períodos (*National Teachers Programmes*).



Países dos participantes nos programas do CERN para Professores (1998-2014).

No Programa HST, ao receber nas suas instalações durante três semanas no verão perto de 60 professores de todo o mundo (privilegiando os professores dos países membros), o CERN consegue propor um programa de formação muito rico e internacional e criar um ambiente de cooperação e de desenvolvimento de contatos que muito ajudam a fortalecer as redes dos professores participantes. Por outro lado, os participantes interagem bastante com cientistas e ficam a conhecer um lado mais humano do cientista e da ciência e de como pode ser acessível aos seus alunos. Durante as três semanas do Programa, os participantes têm aulas de Física Moderna, visitam os laboratórios, aceleradores e detectores de várias das experiências que se realizam no CERN e realizam pequenos projetos, que podem eventualmente repetir em sala de aula. Os projetos são então apresentados e discutidos no final do Programa.

O interesse dos professores por este programa é grande e o número de candidatos tem crescido, levando o CERN a fazer uma seleção cada vez mais rigorosa dos participantes. No entanto, com um número total de participantes inferior a 60, a possibilidade de participação para professores oriundos de um pequeno país membro do CERN, como Portugal, é muito limitado (um participante por ano, dois em alguns anos); o número de participantes de outros países depende de protocolos assina-

dos entre esse país e o CERN, ou de motivos circunstanciais (contatos, políticas de promoção do CERN em certas regiões, etc.).

As três semanas no CERN são, na maioria dos casos, retiradas do período de férias do professor. Assim, para poder receber mais professores e não lhe serem descontados dias de férias para estas formações, foram também lançadas em 2002 as Jornadas para Professores no CERN (PhT@CERN – Physics Teachers at CERN), que tinham a duração de três dias num fim de semana primaveril. Estas jornadas recebiam aproximadamente 50 participantes numa formação muito intensiva e curta, englobando apenas uma ou duas visitas. Após alguma irregularidade, acabaram por ser descontinuadas em 2010.

O grande salto no número de professores a participar em programas no CERN teve lugar em 2006, quando o CERN respondeu à incumbência atribuída pela Comissão Europeia de definição de uma estratégia para o futuro da Física de Partículas na Europa. Nesse âmbito foi criada uma rede de comunicadores nos países membros do CERN, a European Particle Physics Communication Network, e proposta a realização de outros programas de formação para professores, mais curtos e menos ambiciosos do que os programas de três semanas no verão. Em particular, foram preparadas as Escolas para Professores de um país membro do CERN – “National Teachers Programme”, co-organizada e suportada financeiramente por esse país, na sua língua nacional, e com a duração de uma semana.

As vantagens destes Programas nacionais semanais resumem-se em três pontos:

- Uma semana de duração: esta pode ser incluída nos tempos de formação do professor, em vez de ser descontada no período de férias. Por outro lado, aumenta a participação de professores mais jovens com filhos pequenos, para os quais um maior tempo longe da família se torna mais problemático. E finalmente, dado que o programa é muito intensivo e há alguma dificuldade em recuperar no final dos dias, o cansaço vai-se acumulando ao longo do programa e uma semana pode ainda ser no limite do suportável, permitindo também a participação de professores menos jovens.
- Língua de trabalho: sendo a Escola realizada nas línguas nacionais, eliminam-se quaisquer barreiras linguísticas na interação entre os professores e os cientistas; embora em

Portugal o nível de inglês dos professores seja bastante elevado, permitindo uma boa compreensão de uma palestra dada em inglês, quando chegamos às dúvidas e questões sobre assuntos do qual entendem pouco, os professores têm maior dificuldade/insegurança em expressar-se em inglês e grande relutância em colocar perguntas. Poder fazê-lo em português facilita muito a colocação de perguntas e posterior discussão e a posterior transmissão do conteúdo aos estudantes, numa linguagem mais adequada.

- Número de professores participantes: mais do que a língua destes Programas, eles foram pensados para um país membro específico, levando obviamente a uma maior quota de participação de professores desse país nos Programas de formação do CERN. Para um país pequeno como Portugal, isto representa toda a diferença! Em vez de um ou dois professores por ano na Escola de Verão para Professores, pode-se ter agora de 35 a 45 professores portugueses em cada edição anual da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa. Ao aumentar o número de participantes de um país, também começamos a construir uma rede de professores de Física nas escolas portuguesas, que tem crescido rapidamente ano após ano.

Portugal respondeu a este repto logo em 2006, com a preparação pelo LIP do projeto Ciência Viva CV-2006-105/0250 para a organização, em 2007, da 1ª Escola de Física no CERN para Professores Portugueses (“Portuguese Teachers Programme @ CERN”).

Foi a primeira de muitas que se seguiram, com periodicidade anual e sempre organizadas pelo LIP e apoiadas pela Agência Ciência Viva.

## **As Escolas de Física no CERN para Professores Portugueses (CERN Portuguese Teachers Programmes)**

As Escolas de Física no CERN para Professores Portugueses nasceram em 2007, na sequência da proposta do CERN para que os países membros organizassem programas específicos para os professores do seu país, como um projeto do LIP apoiado pela Agência Ciência Viva.

Desde a adesão de Portugal ao CERN e a consequente criação do LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, tem havido, em paralelo com a investigação na área da Física Experimental de Partículas e tecnologias associadas, uma grande preocupação com a divulgação da Física de Partículas em Portugal. Mas, excluindo algumas exposições temporárias e poucas palestras públicas em escolas e outros locais, esta divulgação atingia apenas uma pequena fração da população, apesar dos esforços hercúleos para motivar os professores e seus alunos a participar e a envolverem-se em atividades relacionadas com a divulgação da Física de Partículas. De 2000 a 2007 teve particular importância o projeto “Telescópio de Raios Cósmicos”, apoiado pela Agência Ciência Viva, iniciado pelo nosso colega João Varela, no âmbito do qual foram instalados detectores de raios cósmicos em dez escolas (oito conjuntos de três detectores na zona de Lisboa e dois conjuntos em Beja) e organizadas inúmeras atividades usando estes detectores, até o seu término por falta de capacidade para o continuado e indispensável apoio técnico.

Com a celebração de 2005 – Ano Internacional da Física, a propósito da celebração dos 100 anos dos artigos de Einstein sobre relatividade restrita, efeito fotoelétrico e movimento browniano –, houve um aumento significativo do número de professores interessados em Física de Partículas. Também no âmbito desta celebração, foram realizadas pela primeira vez as Masterclasses Internacionais em Física de Partículas, propostas pelo grupo *European Particle Physics Outreach Group* (desde 2010 denominado *IPPOG – International Particle Physics Outreach Group*), em Lisboa e Coimbra, no caso português, e vários outros locais espalhados pela Europa (Masterclasses centradas no CERN) e na América (Masterclasses centradas no FermiLab em Chicago, USA). As Masterclasses permitiram-nos chegar a mais professores em escolas à volta de Lisboa e de Coimbra e também começar a realizar outras palestras em Escolas. Em 2005, teve também particular importância a organização pelo LIP em Portugal da Conferência Europeia de Física de Partículas, a maior conferência mundial desta área nos anos ímpares, à qual se associou uma sessão pública destinada a estudantes, que atraiu muitos interessados.

No final de 2006 foi então preparado um projeto à Agência Ciência Viva para o apoio à realização no CERN em 2007 de uma Escola de Física Moderna para Professores Portugueses, que foi aprovado em

seguida (Projecto CV-2006-105/0250). Foi preparado um portal para a candidatura, preparado o regulamento, definidos os critérios de seleção e lançado o concurso nacional.

Do regulamento podemos extrair os seguintes critérios, válidos na época:

1. Avaliação Curricular;
2. Organização e participação em atividades de divulgação do CERN e de Física de Partículas;
3. Organização e participação em projetos Ciência Viva na área da Física e em outras áreas científicas;
4. Interioridade – com este critério procurou-se colmatar a falta de participação em atividades relacionadas com o CERN e/ou o LIP devido às distâncias até os centros de investigação ou outras dificuldades de origem geográfica.

Estes critérios foram mantidos nos concursos seguintes, com ligeiras alterações no sentido de promover os professores mais ativos ou com menores possibilidades de participação nas atividades de divulgação do CERN e/ou do LIP.

Os Júris de seleção foram sempre constituídos pelo Coordenador do Projeto, que o presidiu, por um membro indicado pela Direção do LIP e por um membro indicado pela Direção da Agência Ciência Viva, nomeadamente Prof. Pedro Abreu (Coordenador), Prof. Gaspar Barreira (Presidente e mais tarde Diretor do LIP), e Prof.<sup>a</sup> Ana Noronha (Diretora Executiva da Agência Ciência Viva).

### ***A 1ª Escola: CERN, 10 a 14 de Setembro de 2007***

A primeira é sempre a mais difícil. Tudo se tem que aprender, seja para o Programa no CERN, seja para o processo de seleção, preparação da viagem, logística em Portugal e no CERN, etc.

Aprendemos logo na primeira Escola que o interesse era muito elevado!

O CERN tinha-nos informado que as Escolas de Professores na língua do país tinham sido pensadas para 20 a 24 participantes, pois era o tamanho do autocarro disponível para transportar as pessoas para as visitas aos laboratórios e experiências. Mas quando lançamos o concurso para a participação na 1ª Escola, recebemos 193 candidaturas. Negociamos então com o responsável pelos Programas no CERN para ampliar este número para 40 professores, dado já ter ocorrido um Programa similar

com 48 participantes (professores e investigadores acompanhantes). Assim, foram selecionados 43 participantes, mais três do que o previsto, devido à similaridade dos currículos de vários candidatos.

Os participantes vieram de locais espalhados por todo o país, incluindo as regiões autônomas dos Açores e da Madeira (dois professores vieram da ilha das Flores e uma professora veio do Funchal).

Depois de selecionados os professores, soubemos que um dos participantes tinha mobilidade reduzida, precisando de uma cadeira de rodas para se deslocar. Informamos o CERN, que disponibilizou um quarto devidamente preparado e, quando recebemos o grupo, encarregamos logo dois professores mais fortes para acompanhar e transportar o professor em causa. O desafio de termos um participante com mobilidade reduzida nas visitas às experiências, especialmente às zonas dos detectores, que não estão de todo preparadas para receber estes visitantes, foi claramente vencido com a ajuda inestimável destes dois professores, que transportaram o professor em braços pelas várias escadas de acesso, enquanto a cadeira de rodas era transportada por outros colegas. Este fato também permitiu criar uma grande coesão em todo o grupo de trabalho, tendo-se formado amizades que ainda hoje perduram.

A preparação do Programa desta primeira Escola seguiu as linhas mestras importantes num Programa português, nomeadamente preparar as visitas às grandes experiências com participação portuguesa. O Programa, disponível na página <<http://indico.cern.ch/event/20394>>, em inglês, e a fotografia do grupo, incluindo os investigadores acompanhantes (Prof. Gaspar Barreira, Prof. Pedro Abreu e Doutora Sofia Andringa) e o Prof. Mariano Gago, na altura Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Portugal, são apresentados a seguir.

Pode notar-se que o Programa tinha a duração de cinco dias, constituídos por cinco manhãs e uma tarde de palestras pedagógicas e de divulgação do que se faz no CERN, por três tardes de visitas às experiências e laboratórios do CERN, e por uma tarde de visita a Genebra (realizando um jogo de pistas para descobrir os pontos principais de Genebra numa tarde, terminando no jantar da Escola oferecido pelo CERN num restaurante típico suíço). Na quinta-feira ao serão foi também organizado um churrasco no CERN para o convívio – à chuva, infelizmente – entre os professores e a comunidade lusa no CERN.

### Escola de Física do CERN em Português (10-14 Set.'07)

| Horas | Domingo                                  | 2ªFeira                                    | 3ªFeira                                       | 4ªFeira                                       | 5ªFeira                               | 6ªFeira  |   |                 |
|-------|--|--|---|---|---------------------------------------|--|---|-----------------|
| 09h00 | Viagem Lisboa Genebra 1º Grupo (TAP)     | Introdução ao CERN                         | Introdução à Física de Partículas (Lição 2/4) | Introdução à Física de Partículas (Lição 4/4) | Portugali no CERN                     | Salida da Pousada  |   |                 |
| 09h30 |  |  |   |   |                                       | O Detector ATLAS e a Participação Portuguesa             |   |                 |
| 10h00 |  |  | Introdução à Física de Partículas (Lição 1/4) | Introdução à Física de Partículas (Lição 3/4) | Física de Partículas sem Aceleradores | Aplicações da Investigação em Física de Partículas       | Visita à ATLAS e ao Túnel LHC se possível |                 |
| 10h30 |  |  |   |   |                                       |  |   |                 |
| 11h00 |  |  | PAUSA PARA CAFE                               |   |                                       |  |   |                 |
| 11h30 |  |  | Princípios da Detecção de Partículas          | Sessão de Perguntas e Respostas               | Sessão de Perguntas e Respostas       | Sessão de Perguntas e Respostas                          |   |                 |
| 12h00 |  |  |   |   |                                       |  |   |                 |
| 12h30 |  | ALMOÇO CERN                                |   |   |                                       |  |   |                 |
| 13h00 |  |  |   |   |                                       |  |   |                 |
| 13h30 |  |  |   |   |                                       |  |   |                 |
| 14h00 | Viagem Lisboa Genebra 2º Grupo (EasyJet) | O Detector CMS e a Participação Portuguesa | Sessão Prática: Visita ao PS/AD               | Caça ao Tesouro (Visita a Genebra)            | Visita guiada ao Microcosmo           | Questões em Aberto na Física de Partículas e no Universo |   |                 |
| 14h30 |  |  | Construa uma Câmara de Nuvens (2h)            |   |                                       |  | Questionários e Avaliação do Programa     |                 |
| 15h00 |  |  | Visita ao Centro de Cálculo (1h)              |   |                                       |  |   |                 |
| 15h30 |  |  | Visita a CMS ao Túnel LHC se possível         |   |                                       | Construa uma Câmara de Nuvens (2h)                       |   |                 |
| 16h00 |  |  |   |   |                                       | Visita ao PS/AD  |   | FIM do PROGRAMA |
| 16h30 |  |  |   |   |                                       | Visita ao Centro de Cálculo (1h)                         |   |                 |
| 17h00 |  |  |   |   |                                       |  |   |                 |
| 17h30 | Bemvidos ao CERN                         | Revisão do Dia                             |   |   | Princípios de Física de Aceleradores  | Ida p/ Lisboa 2º Grupo (EasyJet)                         |   |                 |
| 18h00 | Introdução ao Programa                   |  | Revisão do Dia                                |   | Sistemas de Aquisição de Dados        |  |   |                 |
| 18h30 |  |  |   |   | Revisão do Dia                        |  |   |                 |
| 19h00 |  | JANTAR CERN                                |   | JANTAR GENEBRA                                | JANTAR CERN                           | Ida p/ Lisboa 1º Grupo (TAP)                             |   |                 |

Programa da 1ª Escola de Física no CERN para Professores Portugueses.



Participantes na 1ª Escola de Física no CERN para Professores Portugueses (fila de cima, 2º a contar da esquerda: Prof. Mariano Gago, Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior em 2005-2011; fila do meio, no centro da fotografia com blusa vermelha: Doutora Sofia Andringa; à sua direita, Prof. Gaspar Barreira, Presidente do LIP, e de cócoras à sua frente, Prof. Pedro Abreu, Coordenador destas Escolas) (acervo pessoal).

Foi feito um inquérito final em papel, em que os professores elogiaram a experiência vivida, a elevada qualidade das palestras, e a disponibilidade dos guias. Também acharam inesperado e positivo o convívio fora das palestras e visitas. Por exemplo, ao tomarem as refeições nos restaurantes do CERN, acabaram por conviver com cientistas de todo o mundo e até Prêmios Nobel da Física (num dos pequenos almoços/cafés da manhã cruzaram-se e tiraram fotografias com Jack Steinberger, Prémio Nobel da Física em 1988).

Os Professores foram nomeados Embaixadores do CERN nas suas escolas e comunidades e comprometeram-se a realizar várias atividades, nomeadamente promover palestras, organizar visitas ao CERN, participar nas Masterclasses, etc., que se refletiram num aumento significativo da participação nas Masterclasses e outras atividades.

### ***A 2ª Escola: CERN, 1 a 5 de Setembro de 2008***

A preparação da 2ª Escola correu bastante melhor, dado que, por ter ocorrido na 1ª semana de Setembro, período em que os Professores ainda não têm aulas, permitiu-lhes participar sem prejudicar alunos. Candidataram-se assim 242 professores e foram selecionados 45 participantes. Mas um dos participantes não respondeu aos insistentes contatos e pedidos de aceitação. Foi assim decidido substituí-lo por um participante extra, sabendo nós posteriormente que este participante não nos pôde responder em tempo porque tinha tido um acidente muito grave no mar e estado em coma no mês anterior à escola. Ficou assim pré-selecionado para participar na edição de 2009.

O programa foi muito idêntico, embora a palestra final tivesse sido em espanhol/inglês dada pelo conhecido cientista Álvaro De Rújula, com o título “El vacío y el nada”.

A escola decorreu no período em que se estava a ultimar o arranque do LHC, tendo este iniciado o seu funcionamento na semana seguinte à Escola. Este acontecimento foi transmitido direto pela Web, e os professores puderam testemunhar este evento histórico e transmitir aos seus alunos com o entusiasmo acrescido de quem tinha acabado de chegar do CERN.

### ***A 3ª Escola: CERN, 30 de Agosto a 4 de Setembro de 2009***

A edição de 2009 marcou a transformação da “Escola do CERN para Professores Portugueses” nas “Escolas de Professores no CERN em

Língua Portuguesa”, uma mudança sutil no título, mas profunda nas implicações.

Em Abril de 2009, numa reunião regular com o Professor Herwig Schopper, Diretor-Geral do CERN de 1981 a 1988 e Presidente do Comité Consultivo internacional do LIP, foi discutida a possibilidade de o LIP ajudar na missão da UNESCO e do CERN em chegar aos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, especialmente em África. Respondemos prontamente exprimindo a nossa disponibilidade e prioridade em relação aos países de expressão portuguesa e que o poderíamos fazer logo, recebendo professores desses países na “Escola do CERN para Professores Portugueses”. Definimos que para nós o Brasil seria uma excelente aposta inicial e o Professor Schopper (também representante da UNESCO para a Física de Partículas e para a ligação entre o CERN e os países em vias de desenvolvimento) disponibilizou-se logo para nos apoiar nas diligências necessárias junto à Direção do CERN.

Ainda em Abril obtivemos autorização do CERN para incluir na “Escola do CERN para Professores Portugueses” professores de outros países de expressão oficial portuguesa (note-se que falamos de países que não são estados membros do CERN nem têm com este nenhum tipo de acordo).

O passo seguinte aconteceu no meio de uma reunião da colaboração do Observatório Pierre Auger, entre 19 e 25 de Abril de 2009, em Malargüe, província de Mendoza, Argentina. Num intervalo entre reuniões, encontrei-me com o Prof. Ronald Shellard (que conhecíamos bem da participação na experiência DELPHI no CERN), a quem coloquei a ideia – muito maluca, devo reconhecer – de levar professores brasileiros a participar na “Escola do CERN para Professores Portugueses”, ainda em Setembro desse ano! Após avaliação dos prós e contras, ficou então definido que iriam 10 professores brasileiros, a selecionar pela Sociedade Brasileira de Física, envolvendo então o nosso colega Nilson Garcia (Professor na UTFPR em Curitiba, PR, Brasil, e na altura Secretário para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física). Comunicamos então ao CERN quantos professores brasileiros iriam participar, tendo-nos então sido pedido se, na sequência da visita oficial ao CERN de Sua Excelência Armando Guebuza, Presidente da República Popular de Moçambique, poderíamos também receber professores de Moçambique. Informamos também que não haveria problema, se o CERN aceitasse este número adicional de participantes (fixado em cinco).

A participação dos professores moçambicanos foi aceita e suportada pelo CERN (alojamento e alimentação) e pelo projeto do LIP (nas viagens Maputo-Lisboa-Genebra-Lisboa-Maputo), enquanto a dos professores brasileiros foi suportada pelas agências de financiamento brasileiras (ver seção correspondente neste livro).

No lado português prosseguimos com a seleção, tendo sido selecionados 45 professores de 191 candidatos, mas um professor não pôde comparecer por motivos de saúde e não foi possível substituí-lo. Em contrapartida, participou mais um professor brasileiro.

Participaram então nesta primeira escola internacional em língua portuguesa 44 professores portugueses, 11 professores brasileiros, e cinco professores moçambicanos, justificando assim a alteração do nome de “Escola do CERN para Professores Portugueses” para “Escola para Professores no CERN em Língua Portuguesa” (do inglês *CERN Portuguese Teachers Programme* para *CERN Portuguese Language Teachers Programme*). Os professores brasileiros foram acompanhados pelo nosso colega Prof. Nilson Garcia, enquanto os outros participantes foram acompanhados pelos colegas portugueses (Prof. Pedro Abreu e Prof. Luís Peralta). A fotografia mostra o grupo de 2009, incluindo ainda alguns dos palestrantes na escola.



Participantes na 3ª Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa.  
(acervo pessoal).

O programa científico e de visitas manteve-se aproximadamente o mesmo dos anos anteriores, mas foi estendido em meio dia e incluiu as visitas espetaculares às cavernas experimentais de CMS e LHC-b (com explicação adicional do Detetor DELPHI), possíveis porque o acelerador ainda estava em manutenção prolongada. Também foi incluída no programa uma palestra sobre LHC-b e a Assimetria Matéria-Antimatéria, dada por um cientista brasileiro.

Um dos participantes nesta edição da Escola era a Prof.<sup>a</sup> Cândida Madureira, da Escola Secundária D. Sancho I, em Vila Nova de Famalicão, e também envolvida no Conselho Científico Pedagógico para a Formação Contínua dos professores do Ministério da Educação (de Portugal), sediado na Universidade do Minho, em Braga. Logo após a Escola, procurou que propuséssemos a acreditação das Escolas, pois se alguns poucos professores tinham conseguido anteriormente a acreditação da sua participação, seria muito melhor se os créditos fossem atribuídos global e automaticamente a todos os participantes.

Isso levou ao processo de acreditação destas Escolas junto do referido Conselho, a partir de 2010, obrigando então a testes elaborados na plataforma Moodle do LIP e passados certificados com referência à acreditação e ao número de créditos atribuídos (1,4).

### ***A 4ª Escola: CERN, 5 a 10 de Setembro de 2010***

A 4ª Escola foi a primeira a receber a acreditação em Portugal pelo Conselho Científico-Pedagógico para a Formação Contínua de Professores do Grupo 510 (grupo de Física e Ciências Físico-Químicas).

Candidataram-se 219 professores portugueses, tendo sido selecionados 45 professores, a que se juntaram 20 professores brasileiros, 4 professores moçambicanos e, numa perspectiva de alargamento da escola a mais países de expressão portuguesa, foi possível ainda receber um professor de São Tomé e Príncipe e uma professora cabo-verdiana. Um quinto professor moçambicano selecionado para participar não chegou a comparecer na Escola devido a problemas no seu deslocamento para o Aeroporto de Maputo.

Ultrapassamos nesse ano a barreira mítica dos 70 professores participantes, tendo-nos tornado no maior programa do CERN para professores. Procuramos ainda ter professores de Angola, Guiné-Bissau e Timor-Leste, mas tal não chegou a ser possível nesta edição.

O programa científico e de visitas manteve-se aproximadamente o mesmo do ano anterior (começando no domingo ao almoço e durando cinco dias e meio), tendo em conta que já não foi possível a visita às cavernas experimentais de LHC (ATLAS, CMS, LHC-b), pelo fato de o acelerador ter iniciado o seu funcionamento em Março de 2010.

## ***A 5ª Escola: CERN, 4 a 9 de Setembro de 2011***

A 5ª Escola foi a primeira Escola a conseguir “fazer o pleno”, isto é, a conseguir ter professores de todos os países de língua oficial portuguesa.



Na fotografia mostram-se os professores participantes (e alguns palestrantes): 41 portugueses (de 190 candidatos), 20 brasileiros, quatro moçambicanos, quatro angolanos, um santomense, uma cabo-verdiana, um guineense (de Bissau) e um professor de Timor-Leste.

O programa científico e de visitas manteve-se aproximadamente o mesmo do ano anterior.

## ***A 6ª Escola: CERN, 26 a 31 de Agosto de 2012***

Esta foi a primeira escola organizada na última semana de Agosto. Este fato deveu-se à organização em Portugal da “CMS-Week” – a reunião magna da Colaboração CMS fora do CERN, implicando a presença em Lisboa dos colegas que têm servido de guias às visitas às experiências e laboratórios no CERN. Assim, foi decidido realizar a Escola na semana anterior para podermos continuar a ter cientistas portugueses a guiar-nos na maior parte das visitas.

A participação dos professores angolanos nesta Escola não foi possível devido à coincidência de datas com as eleições gerais de Angola. Por outro lado, resultante do enorme interesse do Governo de Timor-Leste por esta ação, participaram três professores timorenses (com as viagens suportadas pelo respectivo governo) e o Diretor Nacional do Currículo do Ensino Secundário, Dr. Raimundo Neto.

Foi também aumentada a quota de professores brasileiros e reduzida a de professores portugueses (devido à crise econômica em Portugal). A participação de um professor da Guiné-Bissau não foi possível devido à resposta muito tardia ao convite efetuado (impossível obter o

visto em tempo útil). Participaram então 35 professores portugueses (de 250 candidatos), 30 professores brasileiros, quatro professores moçambicanos, um professor cabo-verdiano, um professor santomense e três professores timorenses, que se mostram na fotografia de grupo.



Participantes na 6ª Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa (acervo pessoal).

O Programa contou pela primeira vez com a presença do Prof. Sergio Bertolucci, Diretor de Pesquisa e Computação do CERN, destacando a importância assumida por esta Escola para o CERN e a palestra final foi feita em português pelo Prof. Ronald Shellard. No início do programa, houve também uma palestra introdutória muito interessante sobre a história do CERN (dada pelo Prof. José Mariano Gago, Presidente do LIP e anterior Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Portugal) e um debate sobre o ensino experimental nas escolas dos vários países, moderado pelo Prof. Mariano Gago.

O destaque das palestras de ATLAS e CMS, como das palestras de Introdução à Física de Partículas, refletiu a descoberta do bóson de Higgs por estas experiências anunciada em Julho, criando assim um ambiente de entusiasmo e de momento histórico vivido pelos professores nesta Escola no CERN.

## ***A 7ª Escola: CERN, 1 a 6 de Setembro de 2013***

A participação dos professores africanos nesta Escola foi afetada por sérios problemas com os vistos. De fato, apenas puderam comparecer professores de São Tomé e Príncipe e de Timor-Leste. Devido também a novas regras de colocação de professores nas escolas em Portugal e à obrigatoriedade de se apresentarem nos primeiros dias de Setembro, também o número de candidatos portugueses foi bastante reduzido, de apenas 162.

Participaram assim nesta escola 34 professores portugueses (um 35º professor selecionado não chegou a ter autorização do diretor da sua escola para participar), 30 professores brasileiros, um santomense e três timorenses.



Participantes na 7ª Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa (acervo pessoal).

O Programa foi parecido com o do ano anterior, mas com a vantagem outra vez de se poder visitar as grandes cavernas experimentais, devido ao longo período de manutenção do LHC. Foi também possível ter uma palestra sobre a Agência Ciência Viva dada pela Prof.<sup>a</sup> Ana Noronha, Diretora Executiva da Agência, que também acompanhou as visitas às cavernas experimentais.

Pela primeira vez a escola foi acompanhada por dois jornalistas portugueses. Os jornalistas, no âmbito da Escola, realizaram também uma entrevista com o Diretor-Geral do CERN, a que se juntaram jornalistas sediados em Genebra.

Também tivemos, pela primeira vez, a oportunidade de ter o Prof. Rolf-Dieter Heuer, Diretor-Geral do CERN, a encerrar a Escola e a falar aos professores. Nesta discussão final, os professores quiseram saber como voltar ao CERN com os seus alunos, a que o Prof. Rolf Heuer respondeu garantindo o empenho do CERN no apoio às visitas de Escolas e aos Programas para Professores, dando especial destaque ao Programa em Língua Portuguesa.

## ***A 8ª Escola: 24 a 29 de Agosto de 2014, celebrando os 60 anos do CERN***

Nesta escola foi particularmente marcante a componente histórica do CERN, dado celebrar-se o seu 60º aniversário (com comemorações ao longo do ano nos seus países membros). A data voltou a ser na última semana de agosto, devido à organização na primeira semana de setembro da 19ª Conferência Nacional de Física (de Portugal) e do 24º Encontro Ibérico de Ensino da Física.

Tendo iniciado o processo de obtenção de vistos mais cedo, foi assim possível a participação de 35 professores portugueses (de 236 candidatos), 30 professores brasileiros, dois professores moçambicanos, um professor cabo-verdiano e um professor santomense, que se mostram na fotografia de grupo com alguns palestrantes.



Em 2014 o CERN reorganizou o grupo de educação e divulgação, tendo esta Escola já sido organizada com a nova equipe do CERN, muito receptiva a desafios e encarando os desafios desta escola como obstáculos a superar pela equipe com sucesso. De fato, dado ser o último ano (nos tempos mais próximos) em que se pôde ainda visitar as cavernas experimentais de LHC (ATLAS, CMS e LHC-b), na sequência do longo período de manutenção do LHC, tivemos de criar oito grupos de visita para a caverna de ATLAS e criar todo um conjunto de percursos alternativos para os grupos que não estavam na caverna de ATLAS (ou a caminho desta). A nova equipe, e nós, também aprendemos uns com os outros e, apesar de para alguns grupos uma das visitas previstas (ao Centro de Controle do CERN e da experiência AMS) não ter sido possível,

a satisfação de todos os participantes com as visitas que conseguiram efetuar foi muito patente nas respostas aos inquéritos de avaliação do programa.

Nesta edição, um jornalista português correspondente em Genebra da RTP (Rádio-Televisão Portuguesa) fez uma pequena reportagem dedicada à Escola, entrevistando vários participantes de países diferentes, que foi transmitida no programa “Correspondentes”, da mesma estação televisiva.

O programa de atividades da escola foi idêntico ao do ano anterior, voltando o Diretor-Geral do CERN, Prof. Rolf-Dieter Heuer, a ressaltar para o CERN a importância desta Escola, não só pela língua, mas, sobretudo, pela unificação de diferentes culturas, de diferentes origens e de professores que irão nas suas escolas divulgar o CERN com entusiasmo da experiência vivida.

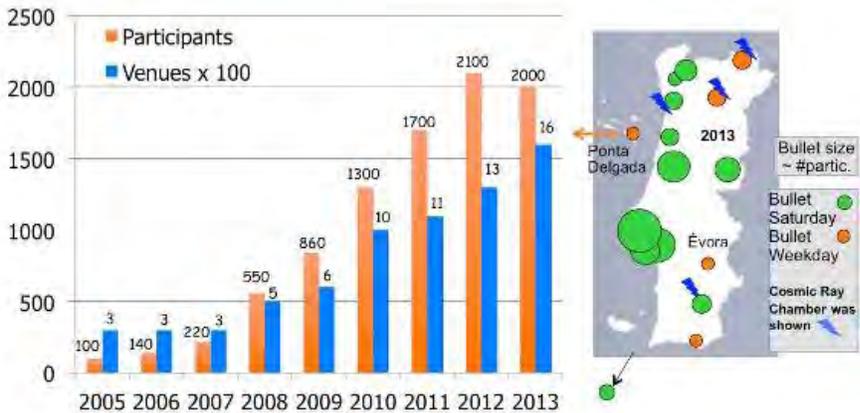
## Resultados

O impacto das atividades de divulgação em Física é sempre muito difícil de medir diretamente. Talvez porque é quase impossível afirmar que um aluno decidiu cursar Física devido a ter participado de uma destas ações. Neste contexto, também não devemos tirar conclusões demasiado rápidas sobre o impacto nos alunos e na sociedade destas “Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa”. Mas sobre os professores participantes, tanto nos conteúdos apreendidos como na motivação acrescida, sabemos pelos inquéritos que o impacto tem sido enorme. Para todos, sem exceção! Temos tido sugestões de melhorar o programa, mas para muitos o programa já é fantástico (apesar de muito intenso e cansativo)!

Nós organizamos as “Masterclasses Internacionais em Física de Partículas”, no âmbito do IPPOG – International Particle Physics Outreach Group, e o impacto das Escolas no CERN tem-se também manifestado de forma evidente no número de participantes nas Masterclasses (professores e seus alunos), conforme se mostra na figura seguinte (dados da participação em Portugal até 2013), merecendo especial destaque as sessões em São Tomé e Príncipe (com aproximadamente 60 participantes).

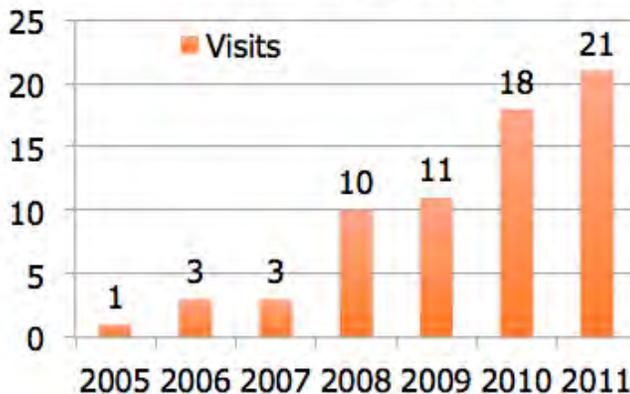


## Pt Masterclasses Evolution



Por outro lado, muitos Professores saem das Escolas do CERN com um desejo em mente: como voltar ao CERN com alunos numa visita de estudo. Apesar das grandes dificuldades econômicas e do elevado custo para as famílias dos alunos de uma visita destas, nota-se também no gráfico seguinte um enorme incremento na preparação de visitas de estudo de escolas portuguesas desde que se organizam as Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa (dados até 2011).

### Visits Pt



Resultados similares foram já apresentados em conferências nacionais (em Portugal e no Brasil) e na conferência internacional “World Congress on Physics Education” em Istambul, Turquia, Julho de 2012, tendo tido uma elevada receptividade junto da comunidade.<sup>1</sup>

As Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa têm assim aberto o CERN à comunidade, por intermédio dos professores de Ensino Médio (Secundário), seus alunos e famílias, e levado a Física de Partículas e as tecnologias de ponta associadas ao conhecimento da sociedade. Que os seus professores tenham estado num centro tão fantástico como o CERN, e estejam agora a contar a sua história, é para os alunos motivo de enorme entusiasmo, gera imensas questões e maior curiosidade, não só da Física, mas também “como é ser cientista?”

As Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa têm propiciado a criação de redes entre professores e cientistas, e entre professores de diferentes países, permitindo o ganho substancial na melhoria da qualidade de ensino do professor participante e oferecendo ao professor uma rede sobre a qual pode trabalhar e melhorar sua aula no dia a dia.

Finalmente, as Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa têm também funcionado muito bem como catalisadoras de ações futuras, aumentando o interesse dos professores nas ações de divulgação e formação em Física e levando muitos cientistas às escolas (e as escolas aos cientistas e aos grandes laboratórios).

Neste contexto, é muito importante continuar com estas ações e, se calhar, desenvolver ações de complemento a estas, sejam ações de seguimento e continuidade ou novas ações para maximizar a potencialidade das ações desenvolvidas.

O trabalho com os professores de Ensino Médio (Secundário) é da maior importância, pois será apenas por meio destes que poderemos criar os cientistas do futuro. Por outro lado, o abismo entre o conhecimento aprendido nas faculdades há 20-30 anos e o conhecimento adquirido hoje com as descobertas científicas (veja-se, por exemplo, o recente Prêmio Nobel 2013 atribuído à descoberta do bóson de Higgs) está cada vez mais profundo, e a única forma de colmatar esse abismo é levar este tipo de ações aos professores e envolvê-los no processo da descoberta e disseminação científicas.

É algo que os autores se propõem continuar a desenvolver, com o continuado e sustentável apoio das agências de fomento e da comunidade científica.

---

1 <[www.wcpe2012.org/WCPE\\_Book\\_of\\_abstracts.pdf](http://www.wcpe2012.org/WCPE_Book_of_abstracts.pdf)>.

# A ESCOLA DE FÍSICA CERN

## E A SUA CONTRIBUIÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES BRASILEIROS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

---

Nilson Marcos Dias Garcia

### Introdução

A Escola de Professores no CERN é um programa criado pelo Setor de Educação do CERN destinado a professores de Ensino Médio dos seus países membros. Compreende cursos e palestras, em geral ministrados na língua materna dos participantes, além de visitas aos diversos sítios de pesquisa e controle do CERN, com a intenção de capacitar os professores para que incluam os temas de Física Moderna e de Partículas em suas aulas para os jovens alunos do Ensino Médio<sup>1</sup>.

Como o Brasil não é, ainda, país membro do CERN<sup>2</sup>, os professores brasileiros não teriam como participar dessas Escolas. Entretanto, como resultado de negociações iniciadas em maio de 2009 entre o CERN, o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas de Lisboa (LIP), pesquisadores brasileiros do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e integrantes da então diretoria da Sociedade Brasileira

---

1 <<http://education.web.cern.ch/education/Chapter1/Intro.html>>.

2 Negociações nesse sentido têm ocorrido desde 2012, mas até o momento a adesão não se concretizou. Confira em <[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=433:brasil-da-novo-passo-para-se-associar-ao-cem&catid=152:acontece-na-sbf&Itemid=270](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=433:brasil-da-novo-passo-para-se-associar-ao-cem&catid=152:acontece-na-sbf&Itemid=270)>.

de Física (SBF), foi aberta a possibilidade de participação de professores brasileiros na Escola originalmente destinada apenas a professores portugueses. Assim, a partir daquele ano, professores brasileiros de Física do Ensino Médio têm sido selecionados para participar dessa Escola no CERN, em Genebra.

Nesse texto serão apresentados elementos da constituição da Escola de Física CERN para professores brasileiros, seus objetivos e critérios de participação, seu papel na sua formação, assim como detalhes de cada uma das edições realizadas.

## **A origem do projeto Escola de Física CERN**

Era o mês de maio de 2009. Na época eu fazia parte da diretoria da SBF e estava em Águas de Lindóia para coordenar uma reunião, como Secretário para Assuntos de Ensino, com os participantes do XXXII Encontro de Física da Matéria Condensada interessados em questões ligadas ao ensino de Física. Era também o início do período de eleições para a nova diretoria da SBF e eu, como candidato indicado pela Assembleia Geral do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física para concorrer à reeleição, lá estava para me reunir com os integrantes das duas chapas concorrentes.

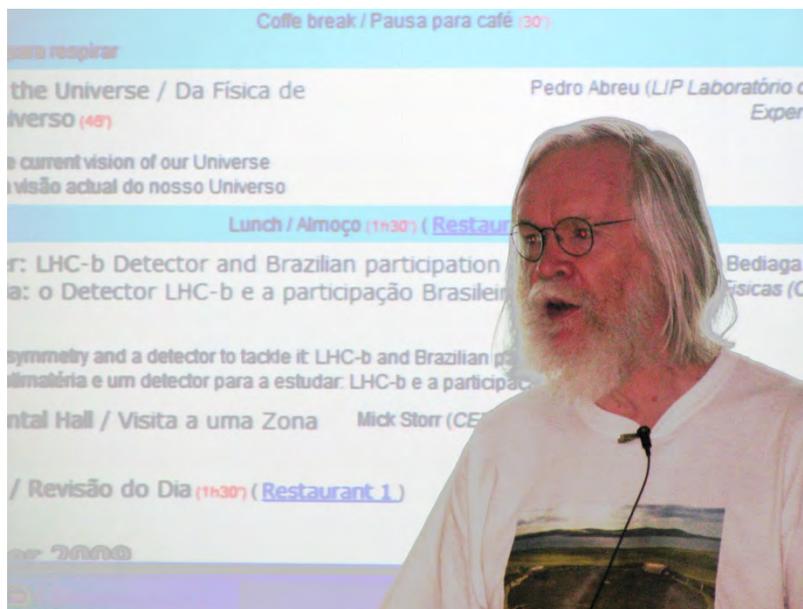
Numa das conversas a respeito de propostas futuras de trabalho para a Secretaria de Assuntos de Ensino, mantive contato com o prof. Ronald Shellard, do CBPF, então candidato a vice-presidente da SBF em uma das chapas, que falou de uma Escola para professores portugueses de Física realizada no CERN, em Genebra, e da possibilidade que estava se abrindo para professores brasileiros também participarem. Explicou que havia conversado com o prof. Pedro Abreu, coordenador geral daquela Escola, que havia manifestado o alto interesse do LIP e do CERN em que professores brasileiros participassem, atendendo o interesse da UNESCO em fazer o CERN chegar aos países em desenvolvimento. Foi a primeira vez que ouvi falar a respeito dessa Escola e, entre apreensivo e incrédulo, especialmente por causa dos prazos para a sua realização – em setembro, dali a quatro meses – fiquei no aguardo de novas notícias.

Alguns dias depois, e-mail do prof. Ronald concretizou a possibilidade e passamos, principalmente ele e eu, a trabalhar freneticamente para conseguir viabilizar a participação dos professores brasileiros na que havia se transformado em Escola de Professores no CERN em Lúgna

Portuguesa, por atender professores de diversos países da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em substituição ao *CERN Portuguese Teachers Programme*, específico para professores portugueses. Digo freneticamente porque tínhamos que preparar tudo, pensar um projeto, divulgá-lo, obter recursos, selecionar os professores que iriam viajar e acompanhá-los. E isso tudo em menos de quatro meses. Elaboramos o projeto e, naquele momento, foi criada a **Escola de Física CERN**, brasileira, organizada sob a responsabilidade da Secretaria para Assuntos de Ensino da SBF, cuja missão seria viabilizar a participação de professores brasileiros na Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa e contribuir assim com sua formação.

Na primeira edição desse Programa no Brasil, dadas as condições de tempo, decidimos fazer uma proposta piloto selecionando os participantes dentre os professores da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Cefets, Escolas Técnicas Federais e Institutos Federais), por ser uma rede nacional e com acesso fácil aos seus professores. Além disso, pelo fato de muitos deles serem professores com dedicação exclusiva, o seu eventual afastamento poderia ser melhor administrado internamente pelas instituições. Com relação ao financiamento, depois de muitas negociações, obtivemos recursos do Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia do Ministério de Ciência e Tecnologia, graças principalmente ao esforço do prof. Ildeu de Castro Moreira, que apoiou em primeira hora o projeto, e também recursos oriundos de algumas das instituições dos professores participantes, que lhes garantiram as diárias.

Resolvidos esses aspectos, os critérios de seleção para os professores interessados foram publicados em edital no dia 30 de julho e os selecionados tiveram seus nomes divulgados no dia 11 de agosto. A logística de compra das passagens foi atendida pela secretaria do CBPF que, dada a burocracia intrínseca ao repasse dos recursos obtidos, foram recebidas pelos professores às vésperas – mesmo – da viagem. Conseguindo cumprir os prazos e superar todos os desafios iniciais, dia 29 de agosto de 2009 embarcamos e dia 30 de manhã chegamos a Genebra. Às 14 horas estávamos, assim como os demais participantes, sendo recebidos pelos professores pesquisadores Mick Storr (CERN) e Pedro Abreu (LIP) na Sessão de Boas Vindas da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa e na segunda-feira, dia 31, foi a vez de recebermos as boas-vindas oficiais do CERN por intermédio do pesquisador Dr. John Ellis. Iniciava-se o projeto **Escola de Física CERN**.



Pesquisador Dr. John Ellis apresentando as boas-vindas aos participantes da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa de 2009 (acervo pessoal)

## Características e objetivos da Escola de Física CERN

A Escola de Física CERN tem sido desenvolvida desde 2009 no âmbito das atividades da Secretaria para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física. Tem contado com o apoio da diretoria da SBF e realizada com suporte financeiro institucional, em 2009 do Ministério da Ciência e Tecnologia e, a partir de 2010, da CAPES<sup>3</sup>. Seus objetivos foram consolidados ao longo desses anos e são os seguintes:

- abrir o CERN aos Professores de escolas brasileiras por meio de Programa em colaboração com Portugal, e, por intermédio destes, aos seus alunos e à escola;
- oportunizar formação intensiva de atualização de conteúdos na área da Física Moderna, em particular na Física de Partículas e na Cosmologia, e nas tecnologias avançadas, in-

<sup>3</sup> A Escola de Física CERN de 2009 recebeu recursos do Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia do Ministério de Ciência e Tecnologia. A partir de 2010, os recursos têm sido recebidos da Diretoria de Formação de Professores da Educação Básica – DEB – da CAPES, numa ação da Coordenação-Geral de Programas de Valorização do Magistério – CGV.

introduzindo os grandes problemas e questões que se colocam na ciência de hoje, como matéria escura, energia escura e assimetria matéria-antimatéria;

- estabelecer relações profissionais e canais de esclarecimento, apoio e/ou encaminhamento entre os professores portugueses, africanos e brasileiros;
- motivar os professores para aprender mais e, por meio destes e do seu entusiasmo, chegar aos alunos e despertar neles a centelha da “curiosidade apaixonada”;
- motivar os investigadores a participarem de mais ações de divulgação e de interação com os professores e os alunos em ambiente escolar.

As condições de inscrição e os critérios de seleção também têm sido aperfeiçoados a cada novo edital, divulgado em *site* específico da Sociedade Brasileira de Física<sup>4</sup>. Os interessados devem ser graduados em Física (licenciados/as ou bacharéis) ou ter Licenciatura com habilitação em Física, destacando-se que devem estar em atividades de docência, em sala de aula, em turmas do Ensino Médio e atuando prioritariamente como professor de Física no Ensino Médio.

O mesmo edital também estabelece uma série de documentos que devem ser anexados, assim como indica elementos que serão utilizados na avaliação dos candidatos. Solicita também que os candidatos apresentem, em um pequeno texto, sua justificativa em pleitear a participação e o que pretendem fazer após o seu retorno ao Brasil para estender a outros professores, alunos e à comunidade em geral os conhecimentos recebidos. Os selecionados também tomam conhecimento de um termo de compromisso com a CAPES e a SBF que deverão assinar, no qual são estabelecidas as condições para a sua participação na Escola.

A divulgação da Escola de Física CERN no Brasil tem sido feita de forma intensiva, por meio do envio de e-mails para todos os sócios da SBF; para todos os professores inscritos nas Olimpíadas de Física e nas Olimpíadas de Física das Escolas Públicas; para todas as instituições constituintes da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica; para todas as Secretarias de Estado da Educação do Brasil, por intermédio do Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED). Além disso, sempre que possível, ocorre divulgação em jornais e periódicos.

---

4 <[www.sbfisica.org.br/escolacern](http://www.sbfisica.org.br/escolacern)>.

Graças a essa divulgação, o Programa tem recebido um número significativo de inscrições e têm participado das Escolas professores oriundos dos diversos Estados brasileiros, tanto das capitais quanto de cidades do interior, garantindo uma boa distribuição geográfica dos selecionados. Os professores das escolas públicas selecionados têm todas as suas despesas com passagem, estadia e seguro-viagem pagas com recursos do projeto. As despesas dos professores de escolas particulares, por sua vez, devem ser cobertas por suas próprias instituições de trabalho.

## **As atividades da Escola de Física CERN: alguns destaques**

Até o ano de 2014 foram realizadas seis Escolas de Física CERN, da qual participaram 143 professores da Educação Básica, propiciando-lhes diversos elementos de formação, não só sobre Física de Partículas, mas também sobre conhecimentos científicos, históricos e culturais mais amplos. Viajar ao exterior, estar em locais de significado histórico e cultural conhecidos apenas pelos livros, visitar museus, ou seja, viver uma experiência de ampliação de horizontes dessa magnitude, para muitos tem representado um divisor de águas na sua formação pessoal e profissional, como atestam depoimentos colhidos ao longo dos anos.

Alguns detalhes de cada uma das Escolas das quais professores brasileiros participaram são descritos a seguir.<sup>5</sup>

### ***A Escola de Física CERN de 2009***

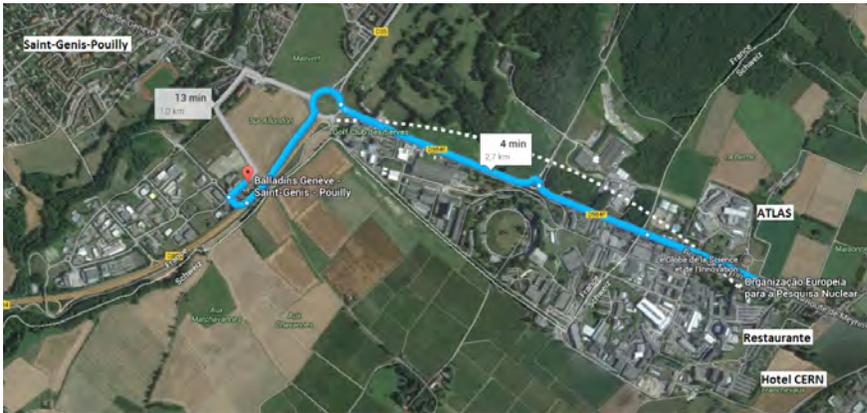
Neste que foi o primeiro ano de participação dos professores brasileiros, tudo foi novidade. Era a primeira Escola aberta a professores de mais de um país. Era a primeira que ultrapassava alguns limites em termos de quantidade de participantes, pois éramos mais de 60, incluindo professores portugueses, brasileiros e moçambicanos.

No processo de seleção brasileiro, inscreveram-se 40 candidatos e foram selecionados 11, todos eles, conforme já explicado, da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, oriundos de sete Estados brasileiros.

---

5 A descrição detalhada das atividades desenvolvidas nessa e nas demais Escolas não será aqui feita por estar presente na descrição dos professores participantes em diversos textos desse livro, principalmente os do capítulo “Experiências vividas no CERN”.

Os professores brasileiros e moçambicanos, por não haver mais acomodação no hotel do CERN, ficaram hospedados num hotel – Hotel Balladins – descrito com alguns detalhes no texto do prof. Cristóvão Rincoski<sup>6</sup> que, apesar de ser próximo ao CERN, não era de tão fácil acesso, por se encontrar na beira de uma estrada. O aspecto pitoresco era que, como o CERN está na fronteira entre a França e a Suíça, podíamos nos dar ao luxo de dizer que, de dia, participávamos de um curso na Suíça e, à noite, dormíamos na França.



Localização do Hotel Balladins em relação ao CERN. (Google maps).

Todos os dias pela manhã o prof. Pedro Abreu ia nos buscar de carro no hotel para participarmos das atividades no CERN. Elas transcorreram conforme o planejado<sup>7</sup>, apesar de sermos um grupo numeroso para os padrões usuais das Escolas dos demais países. Dado que o LHC estava paralisado por causa do acidente que havia ocorrido logo no início de seu funcionamento, tivemos a rara oportunidade de, além das visitas a pontos da superfície do CERN, descer às cavernas do CMS e do LHCb.

Além das diversas palestras ministradas por professores portugueses, pudemos também assistir à do prof. Ignacio Bediaga, do CBPF, intitulada “Matéria e antimatéria: o detector LHCb e a participação brasileira”.

<sup>6</sup> “Genebra, uma cidade cosmopolita do primeiro mundo”.

<sup>7</sup> Programação completa da Escola em <<https://indico.cern.ch/event/66767>>.



Participantes da Escola de Física CERN 2009 (acervo pessoal).

## ***A Escola de Física CERN de 2010***

No segundo ano de participação brasileira, já contávamos com a experiência do ano anterior e pudemos aperfeiçoar alguns aspectos da atividade. O projeto foi melhor detalhado e o processo de seleção foi ampliado para os professores das diversas redes de ensino: federal, estaduais, municipais e particular.

As primeiras mudanças sentidas foram a ampliação da participação brasileira e a obtenção do apoio financeiro da então Diretoria de Educação Básica Presencial da CAPES. Todo o processo, desde a divulgação, passando pela seleção e concluindo pelo acompanhamento dos professores, ocorreu sob responsabilidade da Sociedade Brasileira de Física (SBF), por meio de sua Secretaria para Assuntos de Ensino, e ainda contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Outra mudança ocorrida é que nos hospedamos num hotel na cidade francesa de Saint- Genis-Pouilly, vizinha de Genebra. O deslocamento nesse ano foi facilitado, pois agora dispúnhamos de um ônibus (apesar de não muito frequente) que nos levava direto do hotel para o CERN.

Inscreveram-se 206 professores e foram selecionados 20, sendo sete da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica

(de 44 inscritos), sete das Redes Estaduais (de 85 inscritos) e seis de escolas particulares (de 77 inscritos), com uma distribuição geográfica que contemplou nove Estados brasileiros e professores não só das capitais, como também de cidades do interior.

A programação do curso foi basicamente a mesma desenvolvida no ano anterior<sup>8</sup>. Um professor pesquisador brasileiro, Vitor Oguri, da UFRJ, proferiu uma palestra para todo o grupo: “Estatísticas em Física de Partículas e a participação brasileira no CERN”. Nesse ano, tendo em vista que o LHC voltou a funcionar regularmente, não foi possível a visita às cavernas.

Demonstrativo da integração estabelecida entre os mais de 70 participantes dessa Escola (45 portugueses, 20 brasileiros, 4 moçambicanos, 1 santomeense e 1 cabo-verdiana), um vídeo descontraído produzido por um grupo de professores brasileiros, intitulado “A Colisão de Partículas vista pelos Professores Brasileiros”, foi inserido, e ainda está disponível, na programação oficial e pôde ser visto por todos os presentes.



Participantes da Escola de Física CERN 2010 (acervo pessoal).

<sup>8</sup> Programação completa da Escola em <<https://indico.cern.ch/event/105483>>.

## ***A Escola de Física CERN de 2011***

Pode-se dizer que o ano de 2011 marcou a consolidação da Escola de Física CERN. Recebemos novamente o fundamental apoio financeiro da CAPES, decidindo-se que seria estimulada a participação de professores que orientam, nas escolas, bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). O processo de inscrição passou a ser feito por meio de formulário eletrônico e foi criada uma página no *site* da SBF para registrar as atividades desenvolvidas pela Escola<sup>9</sup>, instrumentos desenvolvidos e mantidos pela eficiente equipe de informática da Sociedade Brasileira de Física.



Sessão de Abertura da Escola de 2011 - Drs. Mick Storr e Pedro Abreu (acervo pessoal).

Passamos também a nos hospedar no hotel do próprio CERN, o que facilitou sobremaneira nossos deslocamentos, assim como a interação com os demais participantes de outros países, haja vista que, diferentemente dos anos anteriores, quando deixávamos o CERN assim que se encerravam as atividades do dia, a partir de agora podíamos desfrutar da convivência coletiva durante todo o tempo de nossa estada.

<sup>9</sup> <[www.sbfisica.org.br/escolacern](http://www.sbfisica.org.br/escolacern)>.

Nesse ano inscreveram-se 261 professores e foram selecionados 20, sendo cinco da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (de 73 inscritos), onze das Redes Estaduais (de 130 inscritos), sendo seis do PIBID (de 46 inscritos) e quatro de escolas particulares (de 58 inscritos), com uma distribuição geográfica que contemplou doze Estados brasileiros e professores não só das capitais, como também de cidades do interior.

Da mesma forma que nos anos anteriores, a estrutura básica da programação do curso foi mantida<sup>10</sup>. Nesse ano houve a participação de dois palestrantes brasileiros: a Profa. Carla Gobel, da PUC-RJ, que falou da “Assimetria matéria-antimatéria, violação de CP e a participação brasileira no CERN”, e o Prof. Alberto Santoro, do CBPF e da UERJ, que falou sobre a “Física de Partículas e o Brasil”. Da mesma forma que no ano anterior, também não foi possível a visita às cavernas.



Participantes da Escola de Física CERN 2011 (acervo pessoal).

## ***A Escola de Física CERN de 2012***

A preparação dessa Escola transcorreu dentro do esperado, haja vista que os processos de divulgação e seleção já estavam funcionando a contento, ficaríamos hospedados no CERN e os recursos foram novamente concedidos pela CAPES. Ela foi marcada, entretanto, pelo aumento da participação brasileira, que passou a ser de 30 professores, por ter havido uma diminuição do número de professores portugueses participantes. Em função desse aumento, o coordenador geral do Programa, Prof. Pedro Abreu, entendeu como necessário um momento de preparação prévia com os professores brasileiros, que ocorreria em Lisboa.

<sup>10</sup> Programação completa da Escola em <https://indico.cern.ch/event/149267>.

Assim, viajamos para Lisboa na quarta-feira, dia 22 de agosto, e na quinta e sexta-feira cumprimos um programa adicional, que incluiu um encontro de todos os participantes brasileiros – não nos conhecíamos a não ser por meio de e-mails e contatos nas redes sociais –, no qual foram dados mais esclarecimentos a respeito do Curso. Também foi realizada uma visita ao LIP de Lisboa, onde, sob a coordenação do Prof. Pedro Abreu, foi ministrada uma palestra introdutória de Física de Partículas e realizada uma visita guiada as suas dependências, ressaltando a participação portuguesa nos experimentos do CERN.

Nesse período de estada em Lisboa, o grupo brasileiro foi também orientado a visitar outros locais de interesse científico, cultural e histórico, como o Museu de Ciências da Universidade de Lisboa, o Oceanário, o Pavilhão do Conhecimento Ciência Viva, o Mosteiro dos Jerónimos, o Castelo de São Jorge, a Torre de Belém, dentre outros. Deles, posteriormente, foi solicitado um relatório comentado a respeito das atividades desenvolvidas em Lisboa, visando subsidiar futuras ações.

Além disso, nesse ano havia um dado novo, um clima de euforia pairando no ar: a confirmação da existência do bóson de Higgs acabara de ser anunciada no CERN em julho, após apresentação de resultados de medidas dos grupos dos experimentos CMS e ATLAS. E o grupo de professores brasileiros poderia não só sentir esse clima, como circular pelos ambientes que foram palco da mais esperada notícia no campo da Física de Partículas nos tempos recentes.

A continuidade da viagem para Genebra ocorreu no sábado, pois no domingo iria começar a Escola no CERN.



Reunião do grupo brasileiro e apresentação do Prof. Pedro Abreu no LIP (acervo pessoal).

Para essa edição da Escola de Física CERN inscreveram-se 230 professores, dos quais foram selecionados 30, de 17 Estados brasileiros, sendo seis da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (de 75 inscritos), dezenove das Redes Estaduais (de 139 inscritos), sendo quinze do PIBID (de 36 inscritos) e cinco de escolas particulares (de 16 inscritos). Nessa edição, metade dos professores era oriundo de escolas não localizadas nas capitais, ampliando a interiorização da participação.

A programação do curso e das visitas seguiu o modelo dos anos anteriores<sup>11</sup>. Como palestrantes brasileiros, participaram o professor Ignacio Bediaga, do CBPF, que apresentou o tema “A Assimetria Matéria-Antimatéria e o LHC-b”, e o professor Ronald Cintra Shellard, também do CBPF, que fez a palestra de encerramento do Programa, intitulada “A importância da descoberta do bóson de Higgs”.



Participantes da Escola de Física CERN 2012 (acervo pessoal).

### ***A Escola de Física CERN de 2013***

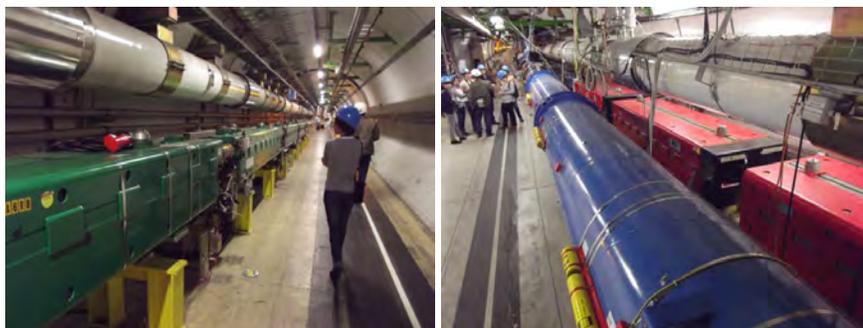
Da mesma forma que no ano de 2012, as atividades começaram na quinta-feira, dia 29/08, em Lisboa, onde, à tarde, em reunião com

---

11 Programação completa da Escola em <<https://indico.cern.ch/event/202200>>.

todo o grupo, foram dadas diversas orientações. Na sexta-feira ocorreram a palestra e a visita ao LIP, coordenada pelo Prof. Pedro Abreu. Também a exemplo do ano anterior, nos demais momentos os professores brasileiros foram orientados a visitar locais de caráter científico, histórico e cultural de Lisboa. No dia 01/09 estávamos em Genebra, para iniciarmos as atividades da Escola.

Nesse ano, as visitas aos experimentos no CERN foram excepcionais, pois, dado o período de manutenção prolongada do LHC, foi novamente possível chegar próximo aos experimentos. O grupo de professores brasileiros, mais uma vez, a exemplo do que ocorrera em 2009, foi privilegiado, pois pôde descer até as cavernas do CMS e do LHCb. Além disso, dado que durante a Escola havia um grupo de jornalistas visitando o CERN, eu, como coordenador do grupo brasileiro, e a Profa. Sofia Andringa, pesquisadora do LIP, fomos incluídos no roteiro de visitas e tivemos a oportunidade de entrar no túnel do LHC.



O túnel do LHC. (acervo pessoal)

Nesse ano foram selecionados 30 professores brasileiros, dentre os 242 inscritos. Destes, cinco da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (de 56 inscritos), vinte e um das Redes Estaduais (de 173 inscritos), sendo quatorze do PIBID (de 41 inscritos) e quatro de escolas particulares (de 13 inscritos), oriundos de 15 Estados, sendo 17 das capitais e 13 de cidades do interior. Visando auxiliar e compartilhar a coordenação das atividades, a partir desse ano o Prof. Nelson Barrelo Jr., da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP e da Escola Estadual Professora Maria José Antunes Ferraz, de Taboão da Serra (SP), que havia participado como professor selecionado em 2012, passou a desempenhar a função de coordenador auxiliar da Escola de Física CERN.

A programação se manteve praticamente inalterada<sup>12</sup>, com o professor Ignacio Bediaga, do CBPF, apresentando a palestra “A Assimetria Matéria-Antimatéria e o LHC-b”. Sinalizando a importância assumida pela Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa, o encerramento da Escola foi feito pelo Dr. Rolf-Dieter Heuer, diretor geral do CERN.



Dr. Rolf-Dieter Heuer (à esquerda) e Dr. Mick Storr na sessão de encerramento (acervo pessoal).



Participantes da Escola de Física CERN 2013 (acervo pessoal).

<sup>12</sup> Programação completa da Escola em <https://indico.cern.ch/event/265043>.

## ***A Escola de Física CERN de 2014***

Em 2014 o grupo brasileiro, constituído novamente por 30 professores, também viajou inicialmente para Lisboa, onde participou da reunião de apresentação do grupo e de detalhamento das atividades, da palestra e visita ao LIP e também puderam visitar locais de caráter científico, histórico e cultural em Lisboa. A coordenação geral das atividades pôde contar novamente com a colaboração do Prof. Nelson Barrelo Jr. como coordenador auxiliar.

Nesse ano inscreveram-se 349 professores, dos quais foram selecionados 30, sendo sete da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (de 80 inscritos), 21 das Redes Estaduais (de 249 inscritos), sendo 14 do PIBID (de 75 inscritos) e dois de escolas particulares (de 20 inscritos). Os professores vieram de 15 Estados, sendo 15 atuantes em capitais e 15 em escolas do interior.

A programação básica do curso se manteve<sup>13</sup> e contou com uma apresentação do pesquisador brasileiro Denis Oliveira Damazio, vinculado ao Brookhaven National Laboratory e que trabalha no Atlas, que falou sobre as “Visitas virtuais ao ATLAS”, atividades que têm despertado grande interesse nos professores brasileiros, pois permitem que, por meio de videoconferência, seja possível visitar as instalações do Experimento Atlas e conversar com pesquisadores que nele trabalham.

Ainda devido à parada do LHC para manutenção, os professores puderam visitar, além das cavernas do CMS e LHCb, o que já havia ocorrido em outros momentos, a que nunca havia sido visitada pelo nosso grupo em todos esses anos, a do ATLAS. Para tal visita ser possível para um grupo tão grande como o nosso, foi preciso montar uma logística complexa, que envolveu diversos guias e ônibus, além de, logicamente, um cronograma rigoroso para compatibilizar diversas atividades simultâneas.

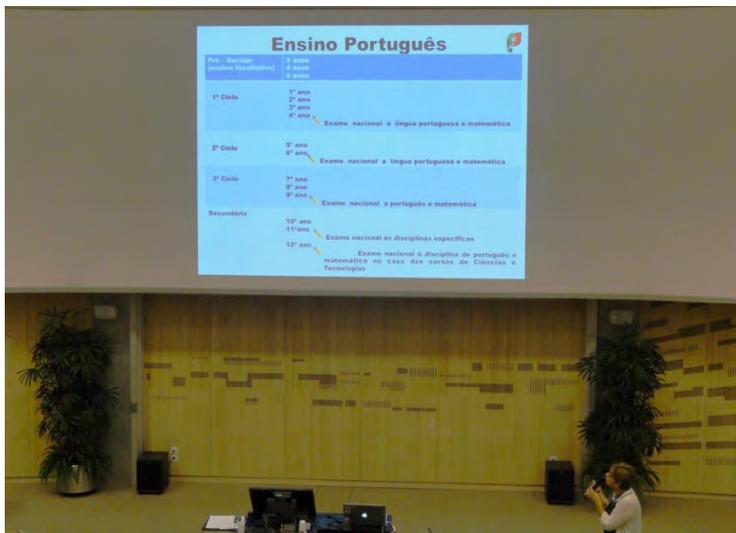
Além disso, e também como uma atividade que nunca fora desenvolvida, professores representantes de cada um dos países presentes apresentaram aos demais, de forma sumária, características do ensino em geral e de Física, em particular, em seus países.

---

13 Programação completa da Escola em <<https://indico.cern.ch/event/319982>>.



No túnel de acesso ao ATLAS e uma imagem parcial do experimento (acervo pessoal).



Apresentação do sistema português de ensino. (acervo pessoal)

A exemplo do ano anterior, a Escola também teve a honra de ser encerrada pelo Dr. Rolf-Dieter Heuer, diretor geral do CERN, que, além de sua fala oficial, abriu a palavra para os professores e respondeu a algumas de suas perguntas.



Dr. Rolf-Dieter Heuer e Prof. Pedro Abreu na sessão de encerramento. O Prof. brasileiro José Cassimiro da Silva fazendo-lhe uma pergunta (acervo pessoal).

Após o encerramento oficial da Escola, o grupo de brasileiros ainda pôde conversar com o Prof. Dr. Helder Eterno da Silveira, Coordenador-Geral de Programas de Valorização do Magistério da CAPES, que acompanhou as atividades da Escola como participante.



Prof. Nelson, Prof. Helder e Prof. Nilson conversando com professores brasileiros (acervo pessoal).



Participantes da Escola de Física CERN 2014 (acervo pessoal).

## O papel da Escola de Física CERN na formação dos professores

Tenho acompanhado a realização das Escolas de Física CERN desde o seu início, vivenciando diversos níveis de dificuldades e experiências. A cada nova edição, mais simples se torna executá-las e mais tempo fica disponível para registrar e observar a importância que essa Escola tem assumido para a formação dos professores brasileiros, objetivo último de sua realização.

Um dos aspectos verificados diz respeito à sensação de valorização pessoal e profissional sentida pelos professores selecionados, tanto pelo fato de a Escola ser voltada exclusivamente para professores de Física do Ensino Médio, nível de ensino cujos docentes normalmente não têm as mesmas oportunidades daqueles que trabalham no ensino superior, quanto porque professores de cidades do interior têm as mesmas oportunidades que os de capitais.

Tem se verificado também que a Escola de Física CERN tem desempenhado uma função motivadora desde quando os professores tomam conhecimento do edital. A possibilidade de visitarem um grande laboratório de Física e conhecerem um lugar onde se realizam pesquisas de ponta tem levado os professores a pesquisarem mais a respeito de Física Moderna e de Partículas, do CERN e do que lá se faz. De acordo com relatos, o simples fato de comunicarem aos seus alunos que se inscreve-

ram provoca neles um efeito multiplicador de busca de informações e de detalhes a respeito das atividades do laboratório e, muitas vezes, até de “torcida” para que seu professor seja selecionado.

*Qual físico não gostaria de conhecer um dos maiores laboratórios de Física do planeta? (P11)*

*... tenho plena convicção de que a visita ao LIP e ao CERN seja a maneira ideal de aprimorar minha formação, não apenas como físico, mas também como educador, pois vivenciar o cotidiano do maior e mais famoso centro de pesquisa em ciências no mundo, assistir palestras e aulas de importantes pesquisadores do CERN e do LIP e ainda compartilhar experiências com demais professores de Física escolhidos para participar do curso traria um imenso salto de qualidade na minha função como divulgador e estimulador de ciências naturais e pesquisa científica para jovens estudantes que ainda estão decidindo seu futuro acadêmico. (P16)*

Tem sido possível também perceber, por meio das justificativas do seu interesse em participar da Escola, apresentadas pelos professores no ato da inscrição, que eles têm preocupação com sua capacitação e na repercussão que isso possa ter em sua sala de aula e veem na Escola uma grande oportunidade de se aperfeiçoar.

*... é uma possibilidade de fazer formação continuada em um ambiente sem igual... (P02)*

*... os docentes devem estar comprometidos permanentemente com sua própria formação, buscando o aperfeiçoamento da prática educativa e do conhecimento de sua área... (P13)*

*... contribuindo, desta maneira, para uma prática docente atualizada e próxima dos problemas do mundo presente. (P21)*

*Vejo a Escola de Física CERN como uma excelente oportunidade de crescimento pessoal e profissional, fonte de incentivo ao ensino, à pesquisa e aprendizagem de Física de Partículas, certamente um dos temas mais intrigantes aos olhos dos cientistas ou mesmo leigos. (P09)*

*Todo o conhecimento sobre o tema será ampliado e será ministrado aos alunos com um fator a mais, pois vivenciei, tive a experiência de conhecer as instalações, o funcionamento dos equipamentos e experimentos. Isso é extraordinário para professores como eu, que ficam em grande parte só no conhecimento que os livros, internet e artigos trazem. (P25)*

Deve-se destacar que, para professores de Ensino Médio, essas oportunidades de aperfeiçoamento não são frequentes, o que ressalta a importância da Escola:

*... existe uma grande escassez de professores habilitados na área de Física e os que são habilitados não têm grandes oportunidades para capacitação. (P06)*

*... a oportunidade criada pela Sociedade Brasileira de Física, que permite que professores da rede pública possam participar da Escola de Física CERN, é de enorme importância para a sociedade brasileira. (P17)*

*... no que diz respeito aos saberes específicos de Física, poucas oportunidades têm sido ofertadas ou poucas condições para investir nessa formação continuada. (P18)*

Outro aspecto explicitado nas justificativas reflete o interesse em estabelecer contatos com outros professores. Nesse sentido, a hospedagem do grupo no hotel do CERN a partir de 2011, junto com os demais participantes, contribuiu para o aprofundamento das relações de amizade, tanto entre brasileiros quanto entre brasileiros, portugueses e africanos, permitindo a interação com novas realidades profissionais, científicas e culturais.

*... é uma oportunidade única para fazer contato com professores de outros locais e criar uma rede de discussão sobre o ensino de Física, o que, com certeza, irá melhorar, a curto prazo, meu trabalho em sala. (P03)*

*... é a possibilidade de troca de experiências com colegas de profissão de outros estados do Brasil, assim como de outros países. Ao vivenciar cerca de dez dias com um grupo de professores de Física, teremos a oportunidade de conhecer novas práticas, metodologias, projetos, etc., além de compartilhar angústias, dificuldades e inquietações comuns na nossa carreira (P12)*

*... o contato com outros educadores, engajados no ensino de Física, tanto brasileiros como de outros países, incrementa a troca de experiências e ideias, algo de extrema importância na formação do educador e pensador científico. (P09)*

Também fica clara a intenção de conhecer outras experiências e culturas, elementos que para a maior parte dos professores apresentaram-se como um “conhecimento dos livros”.

*... além da oportunidade ímpar de partilhar experiências culturais, tanto do meu país, quanto do país pelo qual serei acolhido. (P14)*

*... além disso, constitui oportunidade especial a possibilidade de troca de experiência entre docentes de diversos países, em especial de Portugal, de nações africanas e de outros estados brasileiros. (P13)*

Além desses aspectos destacados, a difusão e compartilhamento dos conhecimentos adquiridos, assim como a influência que isso poderá exercer sobre os professores e alunos, também fazem parte das expectativas:

*... desenvolver projetos, nessa área, na escola em que trabalho e criar formas alternativas de divulgar a ciência no âmbito escolar. (P20)*

*... é a possibilidade de, ao retornar, utilizar os conhecimentos e experiências adquiridos para motivar os colegas professores a participarem... (P08)*

*... será possível empolgar os alunos para uma carreira na ciência, mostrando que a Física ainda está sendo desenvolvida e que ele também pode contribuir para o avanço da mesma. (P23)*

As expectativas dos professores têm se concretizado quando do seu retorno ao Brasil por meio da difusão do que foi vivenciado, um dos elementos de contrapartida mais importantes na participação brasileira nesse evento. Além da aplicação dos conhecimentos em suas próprias salas de aula, há um compromisso firmado pelos participantes com a CAPES e com a SBF em compartilhá-los com seus colegas em formação inicial e também continuada, possibilitando o acesso a informações consideradas, hoje, altamente desejáveis no seu campo de conhecimento.

Dentre as proposições de atividades apresentadas quando da inscrição e que têm sido por eles desenvolvidas quando de seu retorno ao Brasil, podem se destacar:

- o uso do material didático usado na Escola do CERN como referência nas suas próprias aulas e em disciplinas ministradas na Graduação e na Pós-Graduação;
- o desenvolvimento de cursos de Introdução à Física de Partículas para alunos do Ensino Médio e de Licenciatura e de formação continuada;
- a utilização de versões simplificadas do material do CERN e as fotos tiradas durante a Escola, para divulgação das atividades;
- a divulgação das atividades nos meios de comunicação das instituições de ensino de origem, em seminários, palestras, conferências, etc.;
- a divulgação das atividades nos meios de comunicação por meio de entrevistas, manutenção de *blogs*, páginas das redes sociais, etc.;
- a confecção de materiais didáticos e paradidáticos para o ensino e divulgação de Física das Partículas;
- o ensino de Física Moderna e de Partículas como objeto de investigação em dissertações e teses;
- o estímulo à participação em atividades como o Masterclass; e
- as visitas virtuais aos experimentos do CERN.

Atividades desenvolvidas por alguns dos professores participantes estão sendo publicadas nesse livro, principalmente no capítulo que aborda o que aconteceu e o que eles fizeram após sua participação na Escola de Física CERN. Outro meio utilizado por eles para a divulgação das atividades decorrentes têm sido as redes sociais pessoais, o *site* oficial e a página Facebook da Escola de Física CERN<sup>14</sup>.

Esse conjunto de atividades constitui-se, sem dúvida, numa evidência dos resultados positivos da Escola enquanto uma ação de formação continuada para os professores brasileiros de Física do Ensino Médio.

## Finalizando

Tem-se clareza que o pilar que sustenta a educação de um país são seus professores. Entretanto, é imprescindível que eles sejam valorizados pessoal e profissionalmente e que tenham condições de tra-

---

14 <[www.sbfisica.org.br/escolacern](http://www.sbfisica.org.br/escolacern)> e <[www.facebook.com/sbfisicacern](http://www.facebook.com/sbfisicacern)>.

balho que lhes permitam desenvolver as suas atividades com a qualidade necessária para uma boa formação dos alunos. E que tenham acesso a cursos de qualidade, tanto em formação inicial quanto continuada, como a oferecida pelas Escolas de Física CERN, que contribuem para que os professores participantes possam se aperfeiçoar e transmitir aos seus alunos o entusiasmo do acesso ao conhecimento.

Tem sido evidenciada, ao longo desses anos, a importância do acesso dos professores ao conhecimento de Física Moderna e das Partículas e dos efeitos motivadores que a experiência gera nas suas vidas profissionais e pessoais. Mas entendo que é impossível mensurar efetivamente todos os efeitos que as possibilidades terão na vida de cada um dos participantes da Escola, nem os efeitos sobre a formação científica dos seus alunos.

Certamente, entretanto, após essa experiência, conforme expressa o Prof. Dulcideo Braz Jr. em seu texto, após a Escola, “nunca mais as minhas aulas foram as mesmas”, deixando claro que tem valido a pena o esforço pessoal e coletivo e o investimento institucional para realizar e dar continuidade às Escolas de Física CERN.

## **3.º Capítulo**

# **Preparando-se para ir ao CERN**



## A EQUAÇÃO

---

Cristiano Grigorio Barbosa\*

**O**lá, sou Cristiano Grigorio Barbosa (Professor Greg), trabalho como professor de Física em Goiânia há 20 anos, porém sempre fui um professor que busquei algo a mais com meus alunos, incentivando-os a pensar em aplicações para a Física que nós aprendíamos em sala de aula. Com a ideia de trabalhar projetos diferentes, comecei a pensar na possibilidade de ir ao CERN pelo projeto *Escola de Física para professores de língua portuguesa*.

No momento em que fui selecionado para integrar a equipe, minha família ficou muito ansiosa com minha ida ao CERN, pois sabia que estava realizando um sonho construído por muitos anos. Minha mãe (*in memoriam*) torcia muito por todos os meus projetos e quando disse a ela que um dia estaria no lugar onde ocorreram as maiores descobertas da humanidade, onde pessoas brilhantes trabalham, eu me lembro de suas palavras: “*A humildade já te fez entrar em lugares que você não acreditava chegar, filho, e se você deseja ir mais longe, respeite a todos, mas acredite em você*”. Infelizmente, não pude compartilhar fisicamente minha conquista com ela, mas tenho certeza que ela, onde estiver, ficou muito feliz com o fato de eu ter sido selecionado e ido ao CERN.

O pré-CERN foi muito bom, pois fui convidado a divulgar o motivo de minha ida e explicar um pouco sobre a *Escola de Física do CERN para professores de língua portuguesa* e aproveitava estes momentos para falar de Física, de Educação e, ainda, alertar que muitos jovens

---

\* Escola de Física CERN 2012.

estavam precisando de uma atenção em relação às suas escolas. Foi um momento muito rico pra mim, pois fui ouvido em programas de televisão local, em jornais de circulação regional e em rádios da cidade. Senti-me muito bem em servir de exemplo para tantos jovens que buscam no estudo uma chance de sobressair. Tive na época oportunidade de conversar com autoridades sobre assuntos referentes a projetos de incentivo à ciência e oportunizar ambientes em algumas escolas da região para um melhor trabalho com ciências de uma forma geral. Apenas estas mudanças ocorridas em algumas escolas já valeriam a pena por todo o projeto, mas, além disso, ainda veio o prêmio da ida ao CERN. Realmente foi tudo de bom.

Acredito muito na transformação pela Física, acredito nos físicos educadores, pois podemos utilizar do nosso conhecimento e experiência para levar a Física a locais remotos. Realizei meu projeto, “*A Física Vai*”, com maior facilidade depois do anúncio de minha participação na escola do CERN. Fui a escolas de Ensino Fundamental, a hospitais, a presídios da região. Sempre ministrei cursos para pais de alunos sobre noções de Física Moderna com o objetivo de colocar a Ciência como pauta de discussão em casa e ainda de oportunizar a pessoas que tinham uma ideia muito fechada quanto ao ensino de física.

Nos dias que antecederam minha ida ao CERN, tive várias sensações, mas todas convergiam para a felicidade em saber que sonhar em prol de um projeto vale a pena, por mais que os rótulos sejam colocados (físicos - loucos) e ainda como nós professores somos considerados coitados. Fiquei muito feliz de aliar estas condições *pseudodesfavoráveis* e somar isso aos sonhos, à vontade, à garra e à esperança e o resultado desta equação foi um imenso prêmio: minha participação na Escola de Física do CERN para professores em Língua Portuguesa.

## PREPARANDO-ME PARA A VIAGEM

---

José Alvino Sousa Ferreira\*

### Expectativas

Quem me informou sobre a Escola oferecida pelo CERN foi a minha coordenadora de área do Programa Institucional de Iniciação à Docência – PIBID – da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Professora Maria Consuelo A. Lima. Eu não tinha conhecimento dessa Escola e, sem dar muito crédito, com poucas expectativas de inclusão, procurei atender a todos os itens exigidos na inscrição, tais como: ações de retorno, currículo Lattes, declaração de participação no PIBID, declaração das escolas onde trabalho, inscrição na SBF e outros.

Não possuía currículo Lattes, mas logo tratei de elaborá-lo para me adequar às condições da inscrição seguindo o roteiro, tal qual sugeria a proposta no edital da Escola de Física CERN 2013.

Fiz minha afiliação à Sociedade Brasileira de Física – SBF – sob a supervisão da minha coordenadora, e o item mais trabalhoso foi a obtenção da declaração da Escola CEM Roseana Sarney, pois, só no último dia e na hora em que fazia o *scanner* dos documentos, percebi que precisaria da declaração dessa segunda escola. Corri para a escola e, ao chegar, fui informado que a diretora não estava e na secretaria não havia impressora. A Diretora substituta (secretária) disse: – Se o senhor conseguir a declaração eu assino no lugar da Diretora, pois posso

---

\* Escola de Física CERN 2013.

responder na sua ausência. Fiquei todo confuso e nessa confusão uma ideia veio à minha cabeça, corri até uma Lan House próxima da escola e conversei com o proprietário apresentando-lhe o modelo. Ele digitou a declaração. No fim até pesquisou e providenciou um timbre para o documento. Pronto! Paguei-lhe o serviço e voltei à escola, onde a Vice “Sra. Verbena” deu o parecer, assinando a declaração e até me felicitando.

Por motivo de segurança, resolvi dar uma olhada no código da Escola e, ao conferir, não é que o número que eu estava prestes a enviar estava errado? Mas, por sorte fiz a correção a tempo. Tudo isso aconteceu em uma sexta-feira, no último dia da inscrição.

Inscrição efetuada, tudo perfeito, informei à minha coordenadora que havia validado a minha inscrição. E fiquei aguardando o resultado.

Algum tempo depois, perambulando pela Net, lembrei-me de verificar o resultado da seleção e eis que a acho. Imediatamente verifiquei se meu nome era contemplado. Nada! Então, informei a minha coordenadora dizendo: – Não fui selecionado, o resultado já saiu, dê uma olhada, enviando para ela o *link* onde o resultado estava publicado. Pouco tempo depois, ela retornou o e-mail: – Tens certeza? Dá uma olhada nos nomes, não parecem brasileiros, e sim portugueses. – Ah! Era mesmo. Passado mais tempo eu resolvi consultar outra vez. Desta vez lá estava meu nome grafado na lista dos classificados. Uau! Informei à minha coordenadora e ela disse: – Eu sabia que você iria ser selecionado. No momento, até pensei que havia alguma influência dela no resultado, mas ela assegurou que só havia me orientado para a inscrição.

Informei também à Diretora da minha escola o resultado do evento e ela me parabenizou pela classificação.

Comecei os preparos para a viagem, que seria de avião e eu jamais estivera a bordo de um jato. Pedi à minha coordenadora alguns macetes de viagem aérea. E logo, logo, já estava pedindo informações para outras pessoas. Ouvi muitas informações, tais como: não compre nada em aeroportos, é muito caro; lá fala francês e na hora de pedir café diga: – jé vê café; não leve mala grande, pois só pode levar 20 quilos de bagagem; compre *kit* de viagem, porque no avião não aceitam líquidos; compre banha de cacau para passar nos lábios por causa do clima seco; leve poucas roupas para não pesar muito; leve principalmente roupas de frio, o clima lá é terrível; compre 1.500 euros. Mas o que mais ajudou foi a página do Facebook criada pelos demais professores selecionados.

Vários informes enriqueceram os conhecimentos necessários àquela jornada. Mas, um medo muito maior imperava: “o medo de viajar de avião”. Tremia por dentro e algumas vezes até chorei, só de lembrar que poderia nunca mais retornar para a família. Sempre minha coordenadora me tranquilizava e dizia que é muito bom viajar de avião, lá tem uma tela na tua frente onde poderá assistir a filmes. Isto vai prender sua atenção e você não vai nem notar. Mas ainda assim o medo imperava, tanto que no dia antes de partir fiz um pedido para ela: – Tenho uma filha e uma esposa, se eu não voltar, dê uma olhada nelas por mim. Ela respondeu: – Estás maluco, isso será só mais um passo na sua vida e essa filha vai ter muito orgulho do pai. Calei.

Continuei recebendo mensagens na Internet, via redes sociais e por mensagens eletrônicas. Cada vez mais concretizando a jornada.

Bem próximo do “grande dia”, fui às lojas e comprei mala, roupas de frio, sapato e um *notebook*.

Fui à Polícia Federal para providenciar o passaporte e esclarecer dúvidas quanto ao Certificado de Reservista, cujo documento precisava ser atualizado em uma segunda via. Acessei a Internet, efetuei os procedimentos legais e recebi a aprovação da obtenção do passaporte.

Falei com as diretoras das escolas pedindo afastamento por duas semanas. Na escola Centro de Ensino Cidade de São Luis – CEMA, não iria haver problemas, pois os bolsistas do PIBID iriam desenvolver seus projetos com os alunos durante a minha ausência e eu só precisava do aval da Diretora. Na Escola Centro de Ensino Roseana Sarney – CERS, pedi o afastamento e a Diretora acatou o meu pedido sem contestações.

Vários amigos me parabenizavam, principalmente da escola noturna Centro de Ensino Roseana Sarney – CERS. Até se comunicaram com alguém da Assessoria de Comunicação da Secretaria de Educação do Estado do Maranhão, que resolveu ir até a minha escola noturna para tomar conhecimento do evento. Furneci alguns dados e enviei outros por meio da Internet. Mas, nada de divulgação aconteceu até o dia da viagem.

Outro problema enfrentado foi a obtenção dos euros. Fui ao Banco do Brasil no dia 27 de agosto disposto a comprar 1.000 euros. A atendente me pediu o cartão do Banco e informou que a operação não seria possível em virtude do cadastro de conta desatualizado. Tratei de atualizar o cadastro e mais alguns itens exigidos. Nesse ínterim, o euro estava disparando, passando de R\$3,00 para R\$3,28 e, ao retornar para

a compra dos euros, a atendente informou que haviam acabado e só chegariam num prazo de quinze dias. Triste, dirigi-me para uma casa de câmbio, onde me cobraram R\$3,35 por euro e, além do mais, eu teria que fazer um depósito em uma conta para depois retornar e buscar o valor correspondente. Uma grande burocracia, pois a cada vez que fosse à casa de câmbio teria que desembolsar três reais pela taxa abusiva do estacionamento do shopping. O certo é que viajei sem comprar os euros.

Certo de que só viajaria dia 28 de agosto, despreocupeimei-me e no dia 27 de agosto chegou uma correspondência com o seguro viagem, cartões para colocar nas malas, *tickets* de passagem, roteiro e um adesivo com a inscrição “Escola de Física 2013 eu vou”. Dei uma olhada nos horários de viagens e para minha surpresa a saída seria nessa noite, dia 27. Acelerei em arrumar as bagagens na mesma hora, eu só tinha 14 horas, foi um corre-corre.

Tudo pronto! Às 22 horas, me despedi da família sem demonstrar meu nervosismo. Desde que nos conhecemos, eu e minha esposa jamais havíamos nos separado em viagens ou passeios e agora um grande pesar surgira.

Meus irmãos me levaram até ao aeroporto, onde fiquei aguardando a hora da viagem, fiz o despacho da bagagem e fiquei sentado um tempão contemplando as dependências do salão, até o anúncio da hora do embarque, quando o coração disparou ainda mais. Passei por uma revista de detecção de metais e dirigi-me à aeronave, onde tudo parecia apertado. Lá dentro, não conversei com ninguém e me encolhi na cadeira a fim de dormir e não ver o tormento. Ainda lembro quando alguém vestindo um casaco vermelho sentou do meu lado. Era uma figura feminina. Mas, estava com tanto medo que preferi não puxar assunto. Lembro quando a aeronave levantou voo e rapidinho já estava no ar. Deu pra ver as luzes esvanecendo-se e nesse momento eram 2h50min do dia 28 de agosto de 2013. Durante o voo deu pra ouvir as aeromoças servindo lanche, mas eu só queria ficar no meu canto quietinho, dormir e nada de lanches.

Dormi e às 5h50min da manhã ouvi uma voz anunciando que estávamos chegando ao nosso destino: Guarulhos, aeroporto internacional de São Paulo. O avião pousou e um ônibus muito bem arrumado foi nos atender.

Cheguei ao aeroporto e senti um pouco de frio. Lá era tal qual uma esquina do mundo, com pessoas de vários países indo e vindo, pa-

recia um grande *shopping*. Andei, andei e me pus a observar pra ver se identificava alguém com uma mala contendo o adesivo “Escola de Física eu vou”, mas nada. Fui ao banheiro, depois comprei um cartão telefônico e liguei para casa informando que estava em São Paulo e que o voo com destino a Lisboa só sairia as 17h50, ou seja, passaria o dia todo no aeroporto de Guarulhos.

Mais tarde fui para fora do aeroporto e até iniciei uma conversa com um segurança, Senhor Siqueira, este me aconselhou a não comer no aeroporto e me indicou o lugar onde costumava almoçar. Isto me trouxe à lembrança os noticiários de São Paulo, assaltos, sequestros e outras violências, o que me deixou temeroso em relação a ele. Dei a volta e notei que havia outra saída do aeroporto, a qual utilizei para ir até o local indicado pelo Sr. Siqueira. Muito temeroso e cheio de cautela, adentrei num espaço no qual havia muitos veículos de aluguel e fui barrado e orientado por um segurança. Após ter explicado a ele meu objetivo, recebi nova diretriz. Cheguei ao local, um restaurante, e pedi um café com pão. O frio era terrível, 8°C, estava todo tremendo. A atendente com trajes normais perguntou se eu estava bem, falei que sim, mas ela falou que podia chamar a ambulância, eu disse: – não, só estou sentindo muito frio. Ela sorriu e disse: – eu sei que aqui faz muito frio, mas o senhor precisa se controlar. Murmurei: – não consigo, sou do Norte. E fui embora de volta para o aeroporto sentindo aquele frio terrível. Lá, dentro do aeroporto, permaneci e não me atrevi mais a sair, pois lá fora o frio era muito forte.

Andando por dentro do aeroporto, achei uma agência do Banco do Brasil e fui até o caixa, para comprar os tais euros. Chegando lá fui muito bem recebido. Nada da burocracia maranhense, recebi até um desconto de 3,38 para 3,25 na cotação. Comprei mil euros e no fim o atendente disse: – Você é físico? – Sou professor de Física: respondi-lhe. Por que você vai sair fora do país? – Um curso no maior laboratório de Física de Partículas do mundo, respondi outra vez. Como é que funciona isto? Disse-lhe: – Eles fazem duas partículas se chocarem e nesse choque outras partículas são geradas e estudadas. Ele procedeu à operação e me felicitou pelo curso Escola de Física CERN 2013.

Voltei e fiquei sentado perto do terminal onde apresentaria documentos de embarque e lá pelas 12h20min vi uma figura passando com um adesivo na bolsa. Acenei com a mão para ela, que veio até mim e disse: – Levanta e me dá um abraço, parabéns para nós. A figura era

Cecília Eliete, uma das contempladas com a seleção. Logo depois encontramos Miguel, Rosemary, Talita e Ricardo.

Ao ver a Rosemary, que também é do Maranhão, lembrei-me dela. Fizemos um curso de Astronomia na Universidade Federal do Maranhão, juntos. Ela, ao contar sua história (que havia procurado pelo José Alvino e que ele dormira a noite toda e não falara uma palavra), concluí que era a figura feminina de capa vermelha que viajou do meu lado. Sorrimos bastante, pois foi muito engraçado o acontecido.

Tentei convencer o Miguel e a Cecília para almoçarmos lá fora, mas eles insistiram que lá dentro seria mais seguro. Então fomos almoçar em um *self-service*. Depois do almoço, voltamos a sentar perto do terminal de onde sairíamos. Eu, Cecília, Rosemary, Miguel, Ricardo, Talita e Wagner, conversamos muito, até o horário do embarque no avião, que atrasou meia hora ou mais. Embarcamos às 18h em um avião bem maior (TAP voo internacional). Aconcheguei-me no assento e partimos. Lá dentro serviram jantar, acompanhado de sobremesa. Outra vez, durante o grande medo, houve um momento em que alguém me tocou para falar comigo e eu quase saltei da cadeira. Era Rosemary, que tentava me perguntar alguma coisa. E a minha assombrada reação foi motivo de muitos risos. A aeronave decolou e o meu sistema de entretenimento não respondia a nenhum dos meus comandos. A Rosemary estava com o mesmo problema, mas, sem muita demora, o dela funcionou. Quanto a mim, sem acesso ao entretenimento, dormi. Quando acordei, meu sistema já estava liberado. Daí acessei, e depois dormi, dormi, e dormi. Após estar sentado durante 9 horas de voo, finalmente ouvi a voz da aeromoça, em vários idiomas, avisando que era para colocarmos o cinto, pois já era hora de aterrissar. Depois tivemos que aguardar ansiosos minutos infinitos a despressurização da cabine. Liberados, passamos pelas aeromoças que, com aquele sorriso, nos agradeciam por haver escolhido a TAP e nos desejavam boas-vindas a Lisboa. Depois de um murmúrio quase inaudível, pensei: o avião pode estar caindo, mas elas não deixam de sorrir.

Desci muito assustado, tomado de estranhas sensações. Ainda tivemos que passar pela imigração, uma fila enorme, para conferir o passaporte. Depois, fomos atrás da bagagem e finalmente chegamos à porta de entrada do aeroporto e, ao sair, um assombro: estávamos em Lisboa – Portugal. Um forte pensamento seguido de lembranças da minha família e da minha coordenadora ecoou em meu cérebro: estou vivo em Portugal.

## ALGUNS CUIDADOS ANTES DE ARRUMAR AS MALAS!

---

James Colemam Alves\*  
Miguel Henrique Barbosa e Silva\*  
Ricardo Meloni Martins Rosado\*  
Vagner Paulino\*

### Introdução

**E**star entre os trinta professores da rede básica de educação que anualmente são selecionados para participar da Escola de Física CERN é um privilégio conquistado, a partir de muito trabalho no decorrer de sua carreira, pelos professores selecionados. A maneira com que cada um dos participantes justifica sua escolha pode até variar. Uns podem justificar a seleção como um prêmio conquistado por sua dedicação ao ato de ensinar, outros como um incentivo para seguir realizando um trabalho sério e comprometido. Mas, independentemente da maneira como cada um dos professores compreende o motivo de sua seleção, uma coisa é certa: eles retornam da viagem transformados!

A mudança já começa assim que sai a lista de selecionados e a organização inicia o processo de preparação para a viagem. Neste momento, o participante percebe que entrou para um seleto grupo que conquistou por méritos próprios o direito de participar da Escola de Física CERN. Com o nome entre os selecionados, surge no participante uma grande satisfação, mas também uma enorme responsabilidade. Agora é

---

\* Escola de Física CERN 2013.

necessário pensar como aproveitar a seleção para realizar divulgação científica, como aproveitá-la na consolidação dos propósitos firmados no ato da inscrição. É importante criar estratégias para utilizar uma conquista pessoal em prol de um fim bem maior: divulgar a ciência para a comunidade escolar e, se possível, para toda a comunidade local.

A divulgação começa muitas vezes antes que o próprio participante se dê conta. Logo que é selecionado, ele espalha a novidade para amigos, parentes e colegas de trabalho. Pouco a pouco, as pessoas ao seu redor perguntam-lhe o que é o CERN, para que serve um acelerador de partículas, etc. O tema atrai tanta atenção que muitas vezes a mídia local busca entrevistá-lo e divulgar com orgulho a participação de um representante da sua cidade. Começa aí um trabalho de motivação que irá se estender por toda a sua vida profissional.

É normal que, com tanta responsabilidade, surja no participante alguma ansiedade, pois muitas vezes a viagem a outro continente e o contato com outra cultura são algo novo. Porém, não há motivo para preocupação. Esta ansiedade é aliviada assim que se tem a oportunidade de conversar com seus futuros colegas de curso, seja por e-mail ou por meio de redes sociais, e ver que ele não é o único neste cenário.

Este texto busca descrever, na visão de alguns dos professores que estiveram entre os selecionados nas quatro edições do programa, como foi a preparação para a viagem, mostrando ao leitor e aos futuros participantes da Escola de Física CERN como um bom planejamento pode fazer com que sua experiência seja aproveitada ao máximo.

## Passaporte

Antes de qualquer coisa, trata-se de uma viagem internacional e, embora os países a serem visitados dispensem o visto de entrada, todos os que estiverem deixando o país pela primeira vez deverão, o quanto antes, providenciar seus passaportes junto a um posto da Polícia Federal. Os selecionados que já viajaram ao exterior e que, portanto, já o possuem, deverão verificar se a validade do mesmo é superior a seis meses após a realização da viagem. Caso não seja, deverão providenciar novo passaporte. A solicitação de passaportes é feita, atualmente, por meio eletrônico. Acessando o endereço apropriado no site da Polícia Federal<sup>1</sup>, aparecerão informações precisas sobre as etapas da aquisição do

---

<sup>1</sup> <<http://www.dpf.gov.br/servicos/passaporte>>.

documento, bem como orientações sobre o que fazer em caso de perda, furto, etc.

## **Dinheiro**

O próximo passo é a conversão do dinheiro. Os selecionados que atuam em instituições públicas têm todas as suas despesas – passagens aéreas, seguro viagem, estadia e alimentação – custeadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob a supervisão da Sociedade Brasileira de Física (SBF), que coordena o projeto. Este auxílio financeiro é depositado nas contas bancárias dos participantes em reais antes da viagem. Apenas as passagens aéreas são compradas pela coordenação do projeto, ficando o pagamento das demais despesas sob responsabilidade do participante. Participantes que atuam apenas em escolas particulares devem ter suas despesas pagas pelas suas instituições e se informar com o coordenador do projeto qual é a quantia apropriada para a sua viagem, pois a CAPES não cobre as despesas deles.

Como atualmente a Escola inclui parte de suas atividades em Lisboa, Portugal, no Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), e parte em Genebra, na Suíça, no CERN, é importante que os professores participantes saibam que, embora o euro seja aceito nos dois países, a Suíça possui sua própria moeda, o franco suíço.

Recomenda-se converter entre 60% e 80% do valor recebido para francos suíços (o restante em euros apenas para uso em Portugal), visto que o pagamento em euros na Suíça é sempre menos vantajoso do que o pagamento na moeda local. O auxílio financeiro é suficiente para cobrir despesas com estadia nos hotéis selecionados pelo Projeto e alimentação no restaurante do CERN e nos restaurantes próximos ao LIP. Despesas adicionais, tais como presentes, lembranças, restaurantes mais caros ou bebida, devem ser cobertas com recursos pessoais, sendo, assim, interessante levar algum dinheiro a mais. Há também a possibilidade de o participante pedir alteração na data de ida ou de volta, desde que justifique à coordenação do Projeto o motivo da extensão da sua viagem. Neste caso, todas as despesas adicionais de hospedagem e alimentação ficarão por conta do participante, que deverá planejar quanto dinheiro levar e qual moeda será mais apropriada ao seu caso.

Há várias opções para carregar seu dinheiro. Como não se trata de uma quantia exorbitante, a opção mais simples é levar o valor total

em espécie. Caso o participante possua cartões pré-pagos oferecidos por casas de câmbio ou caso sinta receio de levar o valor total em espécie, o cartão pré-pago é uma boa opção, pois suas taxas costumam ser bem menores do que as dos cartões de crédito e débito<sup>2</sup>. Outra vantagem do cartão pré-pago é poder recarregá-lo durante a viagem aproveitando a cotação do dia, tomando sempre o cuidado de fazer a recarga no mínimo dois dias antes de utilizá-lo. Cartões de crédito e débito devem ser utilizados apenas como última opção. Caso o participante precise fazer saque, recomenda-se fazê-lo o mínimo de vezes possível, pois normalmente os bancos cobram por número de saques, independente do valor retirado.

Um conselho para quem não participa de nenhum programa de milhagens aéreas é inscrever-se em todos os programas de companhias aéreas (ou companhias parceiras) de empresas que farão algum trajeto do seu voo. Estes programas são gratuitos e a milhagem vai para o passageiro, independente de quem comprou a passagem. Com estas milhagens, o participante pode futuramente planejar uma viagem à Suíça e visitar o CERN novamente!

## Idioma

Embora não seja obrigatório o domínio de uma língua estrangeira, visto que todas as palestras são dadas em português, isto pode auxiliar bastante durante a viagem.

Muitas das visitas às instalações do CERN são conduzidas por pesquisadores locais, que não falam português. Normalmente estas visitas ocorrem na presença de um participante fluente na língua inglesa, que auxilia na tradução para os demais participantes. Porém, o domínio da língua facilita caso o participante queira conversar com o pesquisador ou fazer perguntas, além de ser importantíssimo na comunicação com funcionários do hotel e do restaurante e seguranças do CERN.

O inglês é a língua mais recomendada para este tipo de viagem, por ser bem compreendido por praticamente todos no CERN. Fora do CERN, a língua mais falada em Genebra é o francês, embora o inglês também seja compreendido pela maior parte das pessoas. As demais

---

2 N.E.: Esse texto foi produzido antes das mudanças na política financeira para gastos no exterior, que passaram a taxar os cartões pré-pagos de maneira similar aos cartões de crédito.

línguas oficiais da Suíça (alemão, italiano e romanche) dificilmente são faladas em Genebra, ficando mais reservadas a outras regiões do país.

É importante destacar que, salvo raras exceções, o participante não precisa ser fluente em nenhuma língua estrangeira. Dominando o inglês básico, o participante já estará bem preparado para a viagem. Caso queira se aperfeiçoar, uma noção elementar de francês pode ser facilmente adquirida em pouco tempo e será bastante útil ao longo da viagem.

## Contato

Como já foi comentado anteriormente, o contato com outros participantes ajuda bastante a reduzir a tensão anterior à viagem. A SBF possui, entre suas ferramentas, um canal de comunicação entre os participantes da Escola de Física CERN<sup>3</sup>. Neste espaço é possível compartilhar informações úteis, como locais mais recomendados para se providenciar o passaporte, cotação das moedas em cada dia, além das divulgações em jornais e revistas obtidas por cada participante. É possível também criar outros canais ou utilizar o e-mail como forma de comunicação.

A internet pode ser ainda uma importante ferramenta para o compartilhamento de fotos. É interessante que os participantes já procurem aplicativos de compartilhamento de arquivos para facilitar a troca de imagens e vídeos após a viagem. Este procedimento agiliza também algumas visitas, pois evita que mais de uma pessoa perca tempo registrando imagens que outro participante já registrou.

## Conclusão

Encerramos este texto esperando que o leitor faça o melhor uso possível das informações aqui constantes e que, em sua experiência, consiga aproveitar ao máximo tudo o que a Escola tenha a lhe oferecer na edição da qual participe. Ressaltamos que o texto é fruto das impressões sobre a Escola de um grupo específico, devendo por isso servir mais como orientador do que como uma receita para os agires e fazeres envolvidos na preparação para essa experiência que, possivelmente, será a mais marcante da vida de muitos!

---

3 Site oficial da Escola de Física CERN: <[www.sbfisica.org.br/escolacern](http://www.sbfisica.org.br/escolacern)>; Facebook oficial da Escola de Física CERN: <[www.facebook.com/sbfisicacern](http://www.facebook.com/sbfisicacern)>.



## NOME NA LISTA: E AGORA?

Almir Guedes dos Santos\*  
Sandro Soares Fernandes\*

### **Apresentação pessoal e seleção**

**S**ou Almir Guedes dos Santos, professor de Física de ensino médio técnico e da licenciatura em Física na Rede Federal de ensino pelo Instituto Federal de Educação Científica e Tecnológica do Rio de Janeiro - IFRJ/Campus Nilópolis, e de ensino médio regular na rede pública estadual do Rio de Janeiro pelo Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos (SEEDUC-RJ). Estou atuando como coordenador do curso superior da Licenciatura em Física no Instituto Federal e como professor supervisor do subprojeto Física do PIBID/Capes/UFRJ na escola estadual. Sou Licenciado em Física e Mestre em Ensino de Física pelo Instituto de Física da UFRJ, além de especialista em Educação Tecnológica pelo CEFET-RJ. Realizo produções de materiais didáticos e pesquisa em ensino de Física no grupo Física & Astronomia pelo IFRJ e no PIBID-Física pela UFRJ.

Meu nome é Sandro Soares Fernandes, professor de Física de ensino médio técnico do Colégio Pedro II, campus São Cristóvão III, onde também já atuei como coordenador. Leciono também em mais três escolas da rede particular de ensino do Rio de Janeiro. Sou licenciado em Física pela UFRJ, onde também fiz meu mestrado profissional em Ensino

---

\* Escola de Física CERN 2012.

de Física. Atualmente faço parte de um grupo de pesquisa em ensino de Física, PROENFIS, onde desenvolvemos projetos e atividades de divulgação e pesquisa em ensino de Física.

Desde que recebi pela primeira vez, em 2010, um e-mail informando sobre o edital para professores interessados em participar da escola de Física do CERN, fiquei muito interessado em fazer parte deste projeto, embora achasse essa possibilidade muito distante da minha realidade. Em 2011, tomei a decisão de me inscrever, mas infelizmente deixei para a última hora e não consegui enviar todos os documentos. Em 2012, fui mais cuidadoso e consegui com antecedência enviar todos os documentos exigidos pelos organizadores. Na época, estava desenvolvendo no Colégio Pedro II atividades que envolviam Física Moderna com alunos do Clube de Ciências, onde os temas abordados eram partículas elementares, modelo padrão e as pesquisas desenvolvidas no CERN, em especial as colisões que aconteciam no LHC. Era coordenador, no Colégio Pedro II, da Olimpíada Brasileira de Física, que tem o apoio da SBF. Havia terminado meu mestrado recentemente e com isso imaginava ter alguma chance de ser selecionado.

Quando recebi a notícia de que dois dos laboratórios do LHC provavelmente haviam encontrado o Bóson de Higgs, fiquei preocupado e ao mesmo tempo esperançoso. Será que agora que o mundo está se voltando para o CERN, eles iriam manter a Escola de Física do CERN 2012? Por outro lado, eu poderia ter o privilégio de ir ao CERN em uma época histórica para a ciência, já que o Bóson de Higgs é uma peça importante que falta para o perfeito entendimento do Modelo Padrão.

A possibilidade de participar da sexta edição da Escola de Física do CERN começou a tomar conta dos meus pensamentos e essa ansiedade eu só compartilhava com minha amada esposa Priscilla, que era a única que sabia da minha inscrição para participar do curso.

Com o intuito de melhorar a minha formação (Almir) em Física de Partículas e outros tópicos de Física Moderna, assunto que estava bem limitado até então na minha formação acadêmica, participei em 2011 da seleção para a Escola de Física do CERN, porém infelizmente não fui selecionado. Baseado nos critérios da seleção, creio que tenha ocorrido porque não possuía na ocasião o título de mestre em Ensino de Física. Embora tenha participado da seleção no ano seguinte com grandes expectativas, pois havia obtido o título de mestre, dispunha de

mais tempo de atuação no PIBID/UFRJ e possuía mais publicações em ensino de Física, aumentando minhas chances de ser selecionado. Procurei manter “os pés no chão” após me inscrever na seleção, deixando tal possibilidade “nas mãos de Deus”.

Mesmo assim, já acreditava que poderia ser selecionado bem antes de começar a seleção, pois, depois de um aluno da escola estadual comentar no 1º dia de aula de 2012 que seu último professor de Física havia faltado muitas aulas, eu lhe disse (e para seus colegas da turma) que faltaria provavelmente duas vezes. Não lhes revelei quando (ou seja, mantive isso apenas no pensamento) nem os eventuais motivos, porém disse-lhes que os avisaria com antecedência a respeito.

Tinha em mente (pois eram até então apenas possibilidades!) que uma delas poderia ser para ir ao EPEF, ao passo que a outra vez em que talvez eu faltasse seria para participar ou do Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, a fim de apresentar trabalho e participar das atividades pertinentes, ocorrido na UFTPR de Ponta Grossa (PR), ou da Escola de Física do CERN, em Genebra (Suíça). Se pudesse escolher entre ambos, indubitavelmente gostaria bem mais de poder participar do curso no CERN. Estes eventos eram minhas grandes expectativas em termos profissionais, acadêmicos e pessoais para 2012. Enfim, fui felizmente selecionado para a Escola do CERN e também pude participar a distância do referido simpósio como membro do comitê científico.

## **Reações após resultado, divulgações prévias e homenagens**

Lembro-me (Almir) que quando acessei a página da SBF, na parte da Escola de Física do CERN, e vi meu nome completo, respectiva cidade e sigla do Estado, fiquei muitíssimo contente por saber da valiosa oportunidade que teria pela frente. Daí, procurando os nomes dos outros docentes do Estado do Rio de Janeiro, para saber se os conhecia e de qual cidade eram, tive outra grande alegria ao ver na lista o nome de um valioso amigo e grande professor de Física, Sandro Soares Fernandes, que tive o privilégio de conhecer e fazer amizade durante o Mestrado em Ensino de Física no Instituto de Física da UFRJ.

Após contar tal conquista para meus amados pais Elizabete e Antônio, aos quais sempre dedico minhas conquistas profissionais, por

terem contribuído decisivamente com minha formação pessoal e profissional, elaborei um e-mail destinado a docentes, amigos e professores pelos quais tenho carinho e respeito a fim de informar que Sandro e eu fomos selecionados. Foram engrandecedores os comentários que recebemos como respostas, pois vários docentes que admiramos bastante fizeram valiosas considerações nos colocando como merecedores desta conquista e docentes que iriam representá-los muito bem lá na Escola de Física do CERN. Houve também comentários envolvendo minha evolução e dedicação na carreira docente, com os quais também fiquei bem feliz.

Outra forma de divulgação que fiz logo depois de receber a notícia foi pelo Facebook, pelo qual recebi diversos comentários de alunos, ex-alunos e amigos, destacando meu mérito quanto a essa conquista. Essa situação também me deixou bastante contente, pois pude verificar um pouco da percepção positiva que os mesmos possuem sobre minha pessoa e atuação enquanto professor de Física. Uma ex-aluna postou tal notícia (a partir da divulgação feita na página da Secretaria de Estado de Educação) num grupo do Facebook, gerando, então, cerca de 70 “comentários”, mais de 600 “compartilhamentos” e cerca de 800 “curtidas” recebidas, envolvendo em sua maioria pessoas que eu nem sequer conhecia.

Além da coordenadora institucional do PIBID/UFRJ ter logo divulgado tal notícia na página do referido projeto, enviei-a para as assessorias de comunicação do IFRJ e da SEEDUC-RJ, que, então, fizeram a divulgação nas respectivas páginas institucionais. Após a divulgação da minha ida para a Escola de Física do CERN na página da SEEDUC-RJ, recebi o contato telefônico do editor chefe do *Diário Oficial* do Estado do Rio de Janeiro (DOERJ), perguntando se eu poderia receber uma equipe de repórteres para conceder uma entrevista, que acabei aceitando. Embora conceder entrevista tenha sido uma situação nova, considero que fiquei bem à vontade e seguro ao fazê-lo no Laboratório de Física do colégio estadual onde leciono, a qual contou com a presença e participação de Leonardo e Vinícius, licenciandos em Física da UFRJ e monitores do projeto PIBID/UFRJ.

Após sair da escola neste dia achando que as divulgações já haviam chegado em seu ápice, estava enganado, pois no dia seguinte (sábado) de manhã, quando saía na rua para resolver algo, fui surpreendido por um vizinho, que me abordou e parabenizou pela conquista. Inicialmente fiquei surpreso, pois não sabia como tal notícia chegou



Leonardo, Vinícius e eu no Laboratório de Física, enquanto estava concedendo entrevista a repórteres do *DOERJ* (acervo pessoal).

aos ouvidos dele (como sou uma pessoa discreta, não contei tal notícia para os vizinhos, exceto para quem está na minha rede de amigos no Facebook, que são bem poucos). Então, ele me relatou que viu a notícia num jornal impresso de grande circulação no Estado do Rio de Janeiro e, em seguida, foi pegar o jornal para me ceder. Foi quando sua esposa também chegou para me abraçar e parabenizar por aquela conquista, tendo sido este outro momento marcante, pois ela me disse que minha conquista foi muito importante para ela, pois me viu crescer.

Quando saí naquele dia, tratei logo de comprar o jornal inteiro, sendo que, depois de chegar em casa, minha irmã Aurelir mostrou-me outro jornal, também de grande circulação no RJ, que continha não somente a notícia, mas também uma das fotos tiradas no dia anterior no Laboratório de Física pelo fotógrafo do *DOERJ*. Passado este dia, estou lá na segunda-feira na escola estadual (chamada popularmente de “Batis-tão”), logo após o almoço e durante o horário de reunião destinado ao PIBID/UFRJ, quando recebi uma ligação de um funcionário da SEEDUC-RJ perguntando se eu poderia receber uma equipe de repórteres de um jornal local de uma grande emissora de televisão para realizar uma matéria. Como resposta inicial, disse que iria pensar a respeito.

Após pensar durante certo tempo e cuidadosamente sobre seus prós e contras (um dos fatores que me colocou bem relutante foi a falta de preocupação das emissoras de TV com a promoção da educação, preocupando-se quase que somente com tragédias e desgraças, além de diversos temas irrelevantes para a sociedade), decidi aceitar, porque esta seria uma boa notícia para uma localidade sobre a qual são veiculadas apenas notícias lamentáveis. Ademais, esta divulgação poderia contribuir um pouco para que os alunos valorizassem mais a escola, seus professores e a oportunidade de poderem estudar. Após estabelecer contato novamente com a SEEDUC-RJ, disse que aceitaria e isso teria que ser no

dia seguinte, quando poderia contar com a participação de alunos de turmas com as quais estava gostando de trabalhar.



Filmagem para matéria do telejornal da realização de um experimento de eletrização por atrito no Laboratório de Física para um grupo de alunos convidados (acervo pessoal).

Este dia foi um dos mais marcantes e para o qual contei com a colaboração dos monitores do PIBID/UFRJ que foram à escola me ajudar na organização do espaço e dos materiais, mesmo sem ser dia deles na escola. Como esta matéria passaria no telejornal no mesmo dia à noite, assim que cheguei em casa tratei de enviar e-mails aos professores e amigos avisando a respeito e postei no Facebook fotos tiradas durante a matéria e o horário e o canal onde ela passaria. Minha expectativa e da minha família eram grandes para assistir à matéria, e quando me assisti na televisão fiquei bem contente, pois a reportagem havia ficado boa no final das contas. No dia seguinte, meus tios que moram em Campo Grande (Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, para os quais não avisei da matéria) telefonaram para me parabenizar pela conquista, tendo um deles me dito que até chorou quando me viu na televisão. Ademais, houve um valioso amigo e professor de Química no IFRJ, campus Nilópolis, Wanderley Carrera de Souza Junior, que me relatou que ficou emocionado quando me viu na televisão, o que me deixou bem honrado e feliz, pois tenho grande respeito, admiração e carinho por ele.

Após este dia, ainda havia dois compromissos importantes decorrentes desta divulgação, a saber: marcar com o secretário de Estado de Educação do RJ o dia em que poderia ir almoçar com ele na sede da SEEDUC-RJ; e combinar com as duas filhas do Marechal João Baptista de Mattos (uma delas já foi diretora na escola), o qual deu o nome

para a escola estadual onde leciono, um almoço em sua casa. Ambas as situações representavam demonstrações de gratidão e homenagem das referidas pessoas frente à relevância da minha conquista para a rede estadual do RJ e a escola estadual onde atuo, respectivamente. Meus pais, felizmente, puderam me acompanhar no almoço que recebi em homenagem na casa da filha do marechal, da qual recebi de presente uma mochila, que “veio muito bem a calhar”, pois estava tentando comprar uma para a minha viagem ao CERN.

Saliento que me proporcionaram momentos de grande satisfação e alegria as diversas divulgações de minha ida ao CERN, a maioria das quais não esperava que ocorressem. Para finalizar as divulgações, Sandro e eu recebemos do professor Carlos Aguiar, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do IF-UFRJ, a notícia divulgada na página da FAPERJ de nossa viagem à Escola de Física do CERN 2012, na qual constava que o referido programa de pós-graduação já teve três mestrandos selecionados para participar deste curso, sendo a Marta Máximo em edição anterior, e em 2012 Sandro e eu.

Naquela manhã de divulgação do resultado, estava (Sandro) numa correria só, com “milhões de coisas” para resolver e tinha acabado de deixar meu filho Paulo na escola, quando toca o telefone e um amigo de trabalho me informou que meu nome estava na lista dos selecionados. Fiquei sem ação e a primeira coisa que fiz foi procurar um computador para entrar no site da SBF e confirmar a notícia. Fiquei muito feliz com a notícia e ao mesmo tempo já apreensivo com a viagem.

A “ficha” ainda não havia caído. CERN? Aceleradores de partículas? Conhecer o LHC? Liguei para minha esposa para dar a notícia e aos poucos fui avisando aos meus parentes e amigos mais próximos. Todos ficaram muito orgulhosos, embora acredite que a maioria não entendia o que aquilo representava para minha vida. Era o reconhecimento que recebia pelo amor e dedicação que tenho e que sempre tive pela sala de aula e pelo ensino de Física.

As surpresas ainda não haviam acabado. Ao chegar em casa, à noite, voltei a acessar o *site* da SBF para verificar mais detalhes sobre os professores selecionados. Foi aí que vi o nome do Almir, grande amigo que tive o prazer de conviver por mais de dois anos durante o mestrado na UFRJ. Fiquei muito feliz de saber que teria o prazer de dividir todos os momentos que viriam com alguém tão especial, dedicado e muito envolvido com o ensino de Física.

O primeiro local de divulgação pública da minha participação foi no Facebook e a quantidade de alunos, ex-alunos e amigos que ficaram sabendo da novidade aumentou. Foi criada uma página no Facebook para discussões, trocas de informações entre os professores que iriam participar da Escola de Física do CERN 2012 e uma divulgação que foi muito intensa das atividades envolvendo os participantes em todas as regiões do Brasil. Esta divulgação foi importante para a integração do grupo, pois antes mesmo da viagem praticamente todos os professores já havia trocado mensagens e se conheciam por imagens e/ou vídeos.

Enviei uma carta aos diretores e coordenadores das escolas onde trabalhava informando sobre a minha ausência para participar da Escola de Física do CERN 2012. Todos me parabenizaram e recebi alguns convites para ministrar palestras e seminários envolvendo Física de Partículas e o Bóson de Higgs, assuntos que permeavam a mídia na época. Imagino que acharam que, já que iria participar de um curso no CERN, deveria ser um grande conhecedor desses assuntos, o que não era uma verdade, já que durante a minha formação acadêmica não tive uma fundamentação que considero satisfatória nesses temas.

Atendendo ao pedido dos diretores, resolvi preparar um seminário para apresentar nas escolas onde lecionava. O resultado foi muito gratificante, pois os alunos ficaram empolgados com os assuntos abordados e se sentiam estimulados a ler e pesquisar mais sobre temas que não estavam no currículo escolar deles, mas que já faziam parte do cotidiano deles por meio de notícias divulgadas em jornais, revistas e programas de televisão. A expectativa de mais notícias e novidades que iria lhes trazer do CERN deixava-os mais eufóricos ainda. Fiquei feliz por sentirem orgulho de mim.

Escrevi um pequeno artigo de título: “Físicos encontram nova partícula, mas será o bóson de Higgs?” Esse texto foi divulgado no jornal interno de duas escolas onde trabalho e também no seu site.

Infelizmente, durante o período dessas divulgações o Colégio Pedro II participava de uma greve nacional e não tive a oportunidade de divulgar minha participação na Escola de Física do CERN na minha unidade escolar.

## **Expectativas e preparações até a viagem**

As demandas de tempo não previstas para divulgações e homenagens não foram as únicas, pois precisava levantar e ler textos (in-

cluindo textos e artigos) sobre Física de Partículas e assuntos afins com o intuito de me preparar para melhor aproveitar a Escola de Física do CERN. No entanto, acabei tendo infelizmente pouco tempo, já que se somavam às referidas demandas as tarefas e atividades docentes na escola estadual, a participação em assembleias e manifestações grevistas pelo IFRJ, a compra de roupas e mala, a obtenção de passaporte, a troca do dinheiro e a preparação dos monitores do PIBID/UFRJ para darem aulas de exercícios para os alunos no período de minha ausência da escola estadual.

Embora os tempos necessários para a maioria destas tarefas não seja grande isoladamente, a soma deles acabou requerendo um grande tempo de minha parte, de modo que, inclusive, quando um aluno da escola estadual me questionou se eu estava nervoso ou ansioso com a viagem, disse-lhe brincando que nem tinha tempo para isso. Porém, na verdade estava numa grande expectativa para fazer este curso, que, além de ser fora do Brasil (ainda não havia saído do Brasil, mas somente viajado pelo mesmo), seria realizado num país onde falam um idioma diferente do português brasileiro.

Antes mesmo de nossa ida ao CERN, Sandro e eu começamos a nos comunicar bastante por e-mail e por telefone (sobretudo este) para conversarmos sobre diversas questões, desde a reação das pessoas face à notícia de nossa ida ao CERN até o procedimento mais apropriado para gerenciar o dinheiro lá na Suíça e em Portugal (por onde passou o grupo de brasileiro antes de ir ao CERN). Havia grande expectativa, que só foi aumentando até o dia da viagem, que para nós se iniciou no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, quando pude encontrar o Sandro, os outros dois docentes do Rio de Janeiro (Rosa Maria e Luiz Alfredo) e o professor Nilson Garcia.

Precisava (Sandro) conhecer um pouco mais das edições anteriores da Escola de Física do CERN para tentar aproveitar o máximo possível o que estava por vir. Entrei em contato com dois colegas professores que já haviam participado de edições anteriores e suas dicas foram valiosas para o melhor aproveitamento do curso. Suas principais recomendações eram quanto à necessidade de se ter pontualidade em todas as atividades que fossem propostas, já que, como o número de professores era grande e a logística não era tão simples, tudo deveria estar em perfeita sincronia.

Alguns dos participantes de edições anteriores da Escola de Física do CERN publicaram artigos em revistas e trabalhos em congressos



Professores do RJ selecionados e o professor Nilson Garcia (da esquerda para a direita estão Almir, Luiz Alfredo, Nilson, Sandro e Rosa Maria) (acervo pessoal).

sobre as atividades desenvolvidas no CERN. A leitura desses trabalhos também me deu uma ideia do que viria e foi valiosa para que o meu rendimento durante o curso fosse mais satisfatório.

Outra preocupação que tive, juntamente com o Almir, foi a de, dentro das nossas possibilidades e disponibilidades, aprofundar-nos em assuntos que envolviam Física Moderna. Em particular, fizemos algumas leituras de artigos e livros que discutiam Física de Partículas, forças e interações, modelo padrão e o que mais nos interessava, que eram as metodologias para aplicações desses assuntos em nossas turmas de ensino médio.

Conforme o dia do embarque para Lisboa ia se aproximando, a ansiedade e as expectativas iam aumentando. A alegria de participar do curso e a tristeza de ficar longe do meu filho de apenas dois anos e de minha esposa, durante cerca de 10 dias, davam-me certo aperto no peito.

No dia do embarque, a tarde estava linda e a nossa viagem foi bem tranquila. Almir e eu passamos grande parte do voo conversando, já que não conseguimos relaxar e dormir.

Nome na lista: e agora?



No avião, momentos antes da decolagem no Rio de Janeiro (acervo pessoal).

No dia seguinte, chegamos a Lisboa. Nossa aventura no mundo da Física de Partículas estava apenas começando.



## CERN: UMA JORNADA PARA O CONHECIMENTO

---

Andréia Cristiane Müller\*

### Apresentação

**S**ou Andréia Cristiane Müller, professora de Física de Ensino Médio no Colégio Estadual 25 de Julho de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, e sou supervisora de Física do programa PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, na mesma escola, pela UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, sendo este programa mantido pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Supervisiono, neste programa, cinco bolsistas acadêmicos de Física e que atuam na escola.

Estudei em escola pública até o terceiro ano do antigo Segundo Grau, hoje Ensino Médio. Logo após, cursei Licenciatura Curta em Ciências – Habilitação em Ciências e Matemática do Ensino Fundamental. Depois disso, fiz a Licenciatura Plena de Física do Ensino Médio, também com habilitação em Matemática do Ensino Fundamental. Posteriormente, fiz Pós-graduação *lato sensu* em Ensino de Física.

Iniciei minha carreira numa escola municipal, depois fui contratada em caráter emergencial em escola estadual, já lecionando Física no Ensino Médio, por aproximadamente quatro anos. Nessa época, tive uma experiência em escola da rede particular de ensino. Reingressei na rede estadual de ensino, posteriormente, como concursada. Tenho duas

---

\* Escola de Física CERN 2011.

nomeações: uma com uma carga horária de vinte horas em Ciências do Ensino Fundamental e outra com vinte horas na disciplina de Física do Ensino Médio, no qual atuo até a presente data<sup>1</sup>, tendo transcorrido, aproximadamente, quatorze anos. Posso destacar também que atuei na vice-direção da escola, em uma das minhas nomeações, durante três anos (gestão 2010-2012).

## **A inscrição e a seleção**

Recebi o convite para realizar a inscrição para a Escola de Física CERN, para professores de países que falam a língua portuguesa, por meio da coordenação do programa PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, da UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, por meio de um e-mail. Na ocasião, li e reli o e-mail, incrédula de haver uma possibilidade de participar da Escola de Física CERN 2011 e ainda mais porque haveria ajuda de custo de viagem, estadia, alimentação e até de transporte. Isso era muito importante para mim, pois não teria condições financeiras de bancar uma viagem como essa.

No início, pensei não ter chance nenhuma de conseguir participar. Afinal, eram tantos requisitos solicitados quanto à formação, participação em eventos importantes do Ensino de Física e, além do mais, eu nunca havia saído do país, portanto, teria que providenciar tudo. Fiquei apreensiva e com muitas dúvidas.

Na verdade, foi um susto que levei. De repente, surgia a oportunidade de, por meio da Física, conseguir conhecer o maior centro de pesquisas nucleares do mundo e ainda pisar em solo suíço. Sempre tive fascinação pela Suíça. Além do mais, sempre ouvi muitas histórias daquele país, pois a minha bisavó nasceu e viveu na Suíça até os sete anos de idade e depois, juntamente com sua família, veio fixar residência no Brasil. Então, para mim, conseguir participar da Escola de Física CERN seria a realização de dois grandes sonhos.

Comecei pesquisando e estudando minuciosamente o que seria necessário providenciar para fazer a inscrição. Também conversei com meu marido, com minha família, com meus colegas, amigos, com o diretor da minha escola, com os coordenadores do PIBID, explicando o que eu precisaria e o que, provavelmente, eu veria no curso. Eles me incentivaram muito, transmitiram segurança e me ajudaram para que eu

---

<sup>1</sup> Dados de maio de 2013.

pudesse perseguir meu sonho e para que eu conseguisse me inscrever. O apoio deles foi fundamental para que eu não desistisse antecipadamente e que eu acreditasse na real possibilidade de ir ao CERN. Dessa forma, iniciei os trabalhos.

Primeiramente, fiz o meu Currículo *Lattes*, que eu ainda não tinha. Recebi do coordenador do grupo brasileiro todas as instruções para fazê-lo. Foi trabalhoso e levei um bom tempo para registrar todos os meus cursos e atuações. Confesso que demorei alguns dias para conseguir organizar e terminar os registros no currículo. Deu certo.

Foi necessário, ainda, apresentar no ato da inscrição a justificativa para a participação e também uma proposta de ações no retorno, dada a importância do evento. Refleti muito a respeito do porquê de ir ao CERN e de quais seriam os meus reais motivos. Assim, coloquei na justificativa exatamente o que penso a respeito do ensino de física (no caso, daquela época, 2011), no Estado onde moro, que é o Rio Grande do Sul, e que provavelmente é também a realidade em todo o país. Além disso, escrevi sobre o conhecimento que pudesse ser adquirido com o curso em si, bem como sobre a questão interpessoal com professores de realidades diferenciadas aqui do Brasil e com os participantes dos outros países de língua portuguesa, o que traria muitos benefícios para o meu desempenho profissional futuro.

A justificativa que usei está relacionada abaixo:

*A física, infelizmente, para muitos que ainda a desconhecem, não é nada além de mais uma disciplina necessária no currículo para conseguir o certificado de conclusão do ensino médio. Isso provém do fato de que, geralmente, os alunos, em sua maioria, veem a física como algo muito abstrato, difícil e distante da realidade em que vivem. Por mais que se utilizem métodos e dinâmicas diferentes em sala de aula: aulas práticas e experimentais e uso das tecnologias de informática, e apesar de tentar insistentemente incentivá-los e mostrar as conexões com os fenômenos diários e as explicações físicas de tudo o que nos rodeia, não se consegue aguçar o gosto pela física de modo satisfatório. Tudo isso resulta em menos jovens interessados em prosseguir seus estudos na área de física, justificando um menor número de estudantes no curso (baixa procura) ou a ausência do curso de física nas universidades.*

*É necessário despertar o fascínio por essa ciência, tão indispensável no contexto atual, quando a cada instante acontecem mudanças e descobertas e, em contrapartida, existem*

*poucos profissionais para repassar às novas gerações esses conhecimentos.*

*Frente a esses desafios, é preciso ter motivação para se aperfeiçoar, buscar novos horizontes e estudar sempre. Adquirir novas experiências para se adequar às novas realidades. E distribuir esse conhecimento.*

*A oportunidade de participar do curso de física fora do país trará mais motivação para prosseguir com essa tarefa. Por ser uma experiência no exterior em renomado curso, mas também, e principalmente, pelo alto nível de conhecimento que acredito que vá proporcionar. Além disso, as trocas de experiências com professores brasileiros, portugueses e africanos pode proporcionar uma ampliação da visão sobre o ensino de física, pois a realidade dos alunos é diferente em cada país (devido a muitos fatores). O que poderá ser, no retorno, aproveitado no desenvolvimento das aulas.*

Acredito em tudo o que escrevi, pois é exatamente isso o que enfrentamos ainda hoje na disciplina de Física, nas escolas e nas universidades. No meu ponto de vista, o curso no CERN forneceria as ferramentas necessárias para motivar colegas e alunos para o ensino da Física.

Julgo importante colocar aqui um comentário do contexto atual do ensino, após dois anos da minha ida ao CERN. Os problemas enfrentados na área da Física citados acima são agravados com as novas metodologias de ensino que vêm sendo implantadas pelo governo federal e que o governo estadual, especificamente o Rio Grande do Sul, já está adotando. Nesse modelo de ensino, foi renomeado o antigo Ensino Médio como Ensino Politécnico e as disciplinas estão agrupadas por área de conhecimento. No caso, a Física está associada à Química e à Biologia, “unificando”, de certa forma, esses conhecimentos e modificando as cargas horárias dessas disciplinas (e também das demais disciplinas) para inserir uma outra, chamada Projeto Integrado, deixando de trabalhar os conteúdos soltos, mas buscando uma aplicação mais prática desses conhecimentos, por meio de projetos. Assim, o trabalho dos professores de Física (e também das outras disciplinas) tem sido dobrado e ainda não se chegou a um consenso de como deve ser, efetivamente, desenvolvida essa tarefa. É possível, com o aprendizado que tive no CERN, criar alternativas de projetos relacionados à Física, talvez até de pesquisa para usar nesse novo modelo de ensino. E, dessa forma, talvez, conseguir dar forma a esse novo método de ensinar.

Elaborei uma proposta de trabalho para após o retorno, afinal receberíamos muito conhecimento e de nada vale o conhecimento se ele for guardado, então é necessário divulgar. Para isso, fiz uma pesquisa a respeito das possibilidades de futuras palestras, oficinas e outros meios de divulgação. Minha proposta ficou assim descrita na inscrição:

### **Atividades**

\* *Elaborar um trabalho de apresentação em formato Power point explicando o que é a Escola de Física CERN, ressaltando a sua importância, descrevendo atividades desenvolvidas e quem, e de onde, são os professores que participaram do evento.*

\* *Desenvolver uma fala (paralelamente ao trabalho de apresentação do evento) voltada para o incentivo ao estudo da Física e à formação de professores de Física.*

\* *Procurar ajudar os alunos interessados a formar grupos de estudo de Física, com o auxílio dos alunos bolsistas de Física do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID/Universidade do Vale do Rio dos Sinos-RS (UNISINOS)/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Colégio Estadual 25 de Julho, Novo Hamburgo-RS.*

\* *Incentivar grupos de alunos interessados em montar experimentos ou criações dentro da área de Física, no laboratório de Ciências do Colégio Estadual 25 de Julho, auxiliados também pelos alunos bolsistas de Física do PIBID e/ou no Laboratório de Física da UNISINOS, se autorizado.*

### **Cronograma e Público Alvo**

\* *Em reunião mensal, mês de setembro ou outubro/2011. Com: coordenador de Física, professores supervisores de Física e alunos bolsistas do subprojeto de Física, das escolas participantes do programa PIBID - UNISINOS/CAPES.*

\* *No primeiro encontro do grande grupo do PIBID - UNISINOS/CAPES, a partir de 17 de setembro/2011, coordenadora institucional, coordenadores dos subprojetos (Biologia, Matemática, Letras e Pedagogia), professores supervisores e alunos bolsistas das escolas participantes.*

\* *A partir de outubro/2011, atividades com alunos do Ensino Médio e Curso Normal do Colégio Estadual 25 de Julho.*

\* *Primeira Reunião Pedagógica dos professores do Colégio Estadual 25 de Julho a partir de 17 de setembro/2011.*

\* *A partir de outubro/2011 com professores de Física e alunos das escolas participantes do programa PIBID - UNISINOS/CAPES, ou outras escolas, se autorizarem ou mostrarem interesse.*

É claro que essa proposta poderia ser ampliada, posteriormente à viagem, e adequada às necessidades, o que foi feito.

Fiz a inscrição muito confiante, mesmo sabendo que vários professores estavam concorrendo e com maior graduação e, provavelmente, com maior número de participações nos eventos da área do que eu. Mas o fato de estar atuando como professora supervisora de Física do PIBID poderia fazer toda a diferença, pois envolve um grande número de pessoas e instituições de ensino. No meu caso, envolve a universidade com os acadêmicos bolsistas e mais três outras escolas além da que estou atuando, dentre professores supervisores de física e alunos das escolas que poderiam ser atingidos.

Dediquei-me de corpo e alma para fazer essa inscrição. Naquele momento nada era mais importante. Feita a inscrição, era só aguardar a divulgação da lista dos vinte professores brasileiros escolhidos.

No dia em que saiu o resultado com a lista dos vinte professores de Física no *site* da SBF – Sociedade Brasileira de Física, eu estava desanimada, com medo do resultado e não tive coragem de conferir, foi quando recebi a ligação do professor coordenador do PIBID me parabenizando, pois meu nome estava na lista! Que emoção, quase não acreditei.

Muito feliz, porém apreensiva. Contei a façanha apenas às pessoas mais próximas, com medo de que algo pudesse dar errado. Afinal, eu só havia sido escolhida. Um ponto de partida sim, no entanto, havia um longo caminho a ser percorrido e precisava estar tudo muito bem organizado, pois no caso de algo falhar, se não conseguisse tudo, poderia resultar em não ir ao CERN.

Aí então começou uma verdadeira maratona para conseguir fazer o necessário para que a viagem desse certo. Havia tempo suficiente para conseguir tudo, mas era preciso se concentrar para não perder os prazos.

Comecei então a reunir toda a documentação necessária solicitada. Dentre os principais documentos estavam: o passaporte, que eu ainda não tinha, a autorização expressa no *Diário Oficial* do Estado para sair do país, como professora da rede estadual de ensino, entre outros.

Como eu nunca havia saído do país e nem sequer andado de avião, minhas dúvidas eram muitas. Encaminhei muitos e-mails com inúmeras dúvidas e o coordenador, professor Nilson Garcia, sempre esclareceu todas e transmitia muita tranquilidade. Inclusive, antes mesmo de perguntar algo, o coordenador brasileiro já havia nos enviado textos

explicativos com os detalhes importantes a serem observados para a viagem. Posso citar, como exemplos: como seria a compra de passagens, a hospedagem, as explicações de como seria o voo, o que fazer se algo desse errado (atrasos de voos e perda de bagagem), sugestões de vestimentas e calçados, entre outros aspectos da viagem. Até mesmo fomos alertados da pontualidade no cumprimento dos horários das atividades, que deveria ser observada e cumprida por todos durante o curso.

Conforme nos foi orientado, ficaríamos hospedados no próprio hostel do CERN, em quartos para duas pessoas ou quartos individuais, e também já nos foi informado com quem ficaríamos no quarto. As refeições poderiam ser feitas nos restaurantes do CERN e obtivemos informações que tornariam mais prática a sua compra.

Recordo-me que, sabendo o nome dos colegas brasileiros, entrei em algumas redes sociais para conseguir os primeiros contatos e então já começamos a trocar informações e ideias a respeito da viagem que faríamos juntos. Gosto de me socializar, de conhecer pessoas, de fazer amizades e aprender com os outros.

## **Os preparativos e a documentação**

Volto a falar agora dos preparativos, da documentação que era imprescindível para a realização da viagem e que daria bastante trabalho.

Uma das partes que considerei mais difícil e demorada, e que me preocupou bastante, foi conseguir autorização do Governo do Estado do Rio Grande do Sul para sair do país em viagem de estudos, por uma semana, como professora da rede estadual de ensino, a tempo. Entrei em contato com a Segunda Coordenadoria Regional de Educação, para ver o que seria preciso para encaminhar o pedido de afastamento. Primeiramente, juntei todos os documentos necessários e encaminhei para a Coordenadoria Regional de Educação. Uma semana depois, entrei em contato com eles e o setor responsável ainda não havia recebido a documentação. O tempo estava se esgotando e informaram que demoraria em torno de um mês para meu pedido ser atendido e ser divulgado no *Diário Oficial* do Estado do Rio Grande do Sul. Juntei novamente todos os documentos e levei pessoalmente à pessoa responsável que prometeu agilizar os trâmites para conseguir essa autorização. Continuei acompanhando e seguidas vezes entrei em contato, inclusive com a Secretaria

Estadual de Educação, para ver se estava sendo atendida ou não. Por fim, em dezesseis de agosto de 2011 foi divulgada a referida autorização. Fiquei muito tensa nesse período, pois a viagem seria dia dois de setembro e precisava enviar com antecedência o comprovante ao coordenador da viagem. Mas acabou dando tudo certo. A minha sorte foi que não confiei inteiramente e acompanhei os trâmites, para ver se tudo estava caminhando como deveria. E havia encaminhado tudo com bastante antecedência, sem deixar para a última hora, porque se desse algo errado eu teria tempo de corrigir e não perderia a viagem. Fato do qual eu não me perdoaria.

À medida que o dia da viagem se aproximava, aumentavam a expectativa e a ansiedade.

Mais próximo à data da viagem, recebi, por e-mail, as passagens de avião. Viajaríamos com algumas escalas no Brasil, no meu caso, Porto Alegre a Curitiba, de Curitiba a Brasília e sairíamos dali para a Europa, onde faríamos escala somente em Lisboa, Portugal, antes de chegar a Genebra. Recebemos também as passagens do retorno. Como nunca havia viajado de avião, também tive que tomar conhecimento do que poderia levar na bagagem e quantas malas poderia levar.

Embora recebesse muitas informações do coordenador da viagem, comecei a pesquisar, na internet, sobre a Suíça, mais especificamente sobre a cidade de Genebra. Sua história, sua cultura, sua economia, a moeda utilizada, a língua falada na cidade, seu clima e relevo, o fuso horário, dentre outras coisas. Visitei vários *sites* suíços, de fotos, de lojas, de locais de importância histórica e muito mais. Logo percebi que sabia muito pouco a respeito e que precisava ter uma melhor noção do que encontraria lá. E acabei estudando um pouco sobre o país.

Numa das primeiras tentativas de pesquisa, descobri que, em Genebra, existem belíssimas paisagens. Tem um lago chamado *Léman*, que surge a partir do rio *Rhone*, e que neste lago existe uma fonte da qual jorra, verticalmente para cima, um jato de água de 140 metros de altitude. O jato é chamado de *Jet d'eau* e é bastante famoso. E fiquei muito empolgada com o fato de poder conhecer os Alpes Suíços, pelo menos um dos picos, o Monte Branco, que não está localizado na Suíça, mas que pode ser avistado de Genebra, pois fica próximo a essa cidade.

Para registrar essas paisagens e também os locais que seriam visitados no CERN, era preciso ter uma boa máquina fotográfica. Providenciei uma para levar.

E qual seria a língua falada em Genebra? Como a Suíça está localizada entre três países que falam línguas diferentes: a França, ao Oeste, mais próxima de Genebra; a Alemanha, mais ao Norte; e Itália ao Sul, e como sabia que se fala a língua do país vizinho nas regiões próximas dele, então, Genebra só poderia ter como língua o francês. Não sabia falar francês. Apenas sabia o significado de algumas palavras e expressões. Mas sabia um pouco de alemão e inglês, o que poderia me ajudar nessa viagem. E foi o que aconteceu. Sabendo inglês, conseguiria praticamente tudo o que precisava por lá. Lembrando ainda, que a maior parte do curso no CERN seria feito em língua portuguesa.

A moeda utilizada na Suíça é o franco suíço, mas também seria possível utilizar o euro. Recebemos do projeto uma quantia de dinheiro, por meio de um depósito em nossas contas bancárias. Era por nossa conta levar o dinheiro já trocado por euros ou francos suíços ou trocá-lo lá mesmo. Mas fomos orientados a trocar o dinheiro aqui no Brasil, que seria mais favorável. Cada um seria responsável pelos seus gastos durante o curso e da administração da quantia ganha.

Acompanhava também, via internet, a previsão do tempo quase que diariamente para saber o que levar para vestir, pois, mesmo que fosse verão por lá, o clima é diferente do nosso aqui no Brasil.

A Suíça é terra de deliciosos chocolates, então seria necessário prevenir-se com algum dinheiro extra, se quiséssemos comprar algum chocolate ou até mesmo algum *souvenir*. Aqui, no entanto, haveria um problema: o tempo disponível. As atividades do curso seriam bastante intensas e não haveria tempo para se deslocar até a cidade de Genebra, já que o CERN ficava um pouco afastado do centro da cidade. Teríamos tempo apenas no dia da chegada, tarde e noite e na noite anterior ao retorno ao Brasil. Por isso, era preciso pesquisar sobre a cidade, as ruas, o transporte, para poder aproveitar bem o tempo disponível.

Em meio às pesquisas, descobri que uma personalidade importante nasceu em Genebra. Foi o filósofo, escritor e teórico político Jean Jacques Rousseau, o mais importante intelectual da Suíça.

Pesquisei sobre vários outros aspectos, restava saber se eu conheceria todos esses locais, como, por exemplo, a sede das Nações Unidas da Europa, ou, ainda, o Comitê Internacional da Cruz Vermelha, que têm suas sedes em Genebra, na Suíça.

## Os colegas do Brasil e de outras nações

O interessante, no meu ponto de vista, não era tão somente a viagem ou o curso em si, mas a grande troca de ideias que seria possível com os professores brasileiros, de diferentes estados e regiões, sobre suas realidades, e também com os professores dos países que falam a língua portuguesa.

Eu estava ciente que em cada uma das regiões brasileiras existe uma realidade diferente em educação. E queria conhecer essas peculiaridades, haja vista que havia vinte professores dos quais dois, inclusive eu, éramos do Rio Grande do Sul, três de Minas Gerais, um da Bahia, quatro de São Paulo, dois do Paraná, dois do Rio de Janeiro, um do Ceará, um do Espírito Santo, uma do Amazonas, uma professora do Mato Grosso, um do Pernambuco e um do Pará. Portanto, um grupo bastante diversificado e que poderia render ótimas trocas de ideias sobre o ensino, principalmente de Física.

Estariam presentes no curso professores de Física dos países: Brasil, Portugal, Moçambique, São Tomé, Cabo Verde, Angola, Guiné Bissau e Timor Leste. A maior participação ficaria por conta dos portugueses, com quarenta participantes. Portanto, seriam quatro continentes: América do Sul, África, Ásia e Europa a participar do evento.

Seria possível aprender algo mais sobre a educação nos diferentes países participantes. Como a Física é considerada complicada pela maioria das pessoas, pois precisa de muito raciocínio, teria extrema importância conhecer as metodologias usadas, os recursos disponíveis, os alunos, as políticas educacionais e a postura do educador frente às suas necessidades e demandas. E isso poderia vir a acrescentar nas minhas concepções de educação e de ensino de Física. Sem contar que também poderia ajudar aos outros professores com minhas próprias experiências.

Uma curiosidade que é interessante citar é que em Portugal os professores se formam concomitantemente nas disciplinas de Física e Química, o que é diferente dos outros países, nos quais os professores têm formação específica em Física.

## Expectativas do curso no CERN

No início, tive um pouco de medo do que estava por vir. Eu tinha a nítida noção de que havia muito que aprender e que não haveria

muito tempo para isso, mas que eu deveria ter pelo menos uma boa base do que veria no CERN. Como eu tinha feito uma especialização (Pós-Graduação *lato sensu*) em Ensino de Física e a grade curricular desse curso compreendia disciplinas que envolviam a Física Atômica e Nuclear, o meu conhecimento na área era razoavelmente bom. Assim, eu comecei a me tranquilizar um pouco mais. Mesmo assim, revi alguns conteúdos, para verificar se eu conseguia lembrar bem algumas particularidades do assunto.

Os coordenadores, o do Brasil e o de Portugal, informaram-nos links de acesso a sites com vários recursos que pudessem nos ajudar a buscar informações sobre o CERN, sua localização e os experimentos que são realizados lá. Foram sugeridos para pesquisar os sites dos programas do curso: seria o do curso do ano anterior, 2010, e a programação para o ano de 2011, do nosso curso, e ainda o site do CERN, para buscarmos o máximo de informações que poderiam nos auxiliar na compreensão e na participação no curso.

Por meio dos *sites* das programações dos cursos de 2010 e 2011, foi possível ficar a par do que iria acontecer no curso. Quais seriam os possíveis palestrantes, quais os conteúdos e assuntos abordados em cada palestra, quais os locais no CERN a serem visitados e quando isso aconteceria, qual seria a duração de cada fala, enfim, ter uma previsão do que iria acontecer durante o curso, incluindo jantar e passeio para conhecer a cidade de Genebra. A partir disso, ficou mais fácil e claro saber o que pesquisar ou estudar.

No *site* do CERN, foi possível pesquisar tudo sobre o grande centro de pesquisas nucleares, principalmente sobre o grande colisor de hádrons (LHC), localizado no CERN. Ali destacavam-se vários aspectos referentes a todos os experimentos, em *links* específicos. Na época do curso, em 2011, o *site* era mais simples do que é hoje. Ele sofreu modificações e é constantemente atualizado. Portanto, o que pesquisei em 2011 está, hoje em dia, muito mais completo no *site*.

Era do meu conhecimento que o LHC – Large Hadron Collider – é o maior e mais poderoso acelerador de partículas do mundo e que opera a altas energias. Está localizado na fronteira entre a Suíça e a França, próximo à cidade de Genebra, na Suíça. Foi construído pela Organização Europeia para Pesquisa Nuclear – CERN. Dedicar-se ao estudo da Física das Partículas e das Altas Energias. Tenta explicar e provar a existência da conhecida “partícula de Deus”, o Bóson de Higgs, que tanta polêmica

e medo tem causado no mundo. Ouvi falar muito a respeito desse assunto e até se dizia que nesse centro de pesquisas estaria sendo testado e gerado um buraco negro e que este poderia aumentar e fugir do controle, “engolindo” assim tudo o que estava ao seu redor. Era lógico que isso não teria as mínimas condições de acontecer, mas como as pessoas não tinham conhecimento, acreditavam realmente nisso.

Eu havia assistido ao filme *Anjos e Demônios*, baseado no livro de Dan Brown, e na história a antimatéria era usada em uma arma contra o Vaticano. O filme mostra algumas passagens do CERN e isso aguçou ainda mais a minha curiosidade referente ao assunto. E mesmo que esta fosse apenas uma ficção, pelo menos mostrava um pouco do que é feito lá.

Lembro-me que muitos brincavam comigo no período anterior à viagem e perguntavam se eu não tinha medo de ir ao CERN, pois eu poderia ser “engolida pelo buraco negro lá criado”. Eu respondia que era justamente por isso que eu queria ir: para ver de perto esse centro de pesquisas e encontrar as respostas para muitas dúvidas que eu mesma tinha a respeito de tudo o que ouvia.

Por outro lado, eu sabia que as pesquisas sobre as partículas atômicas iam muito além de simplesmente provar a sua existência, mas que as pesquisas levavam também a inúmeras descobertas. Na área da engenharia, por exemplo, a partir da necessidade de gerar altas energias, são criadas e construídas máquinas muito potentes, capazes de fazer as pequenas partículas atômicas acelerarem a velocidades próximas à da luz. Na área da saúde, foram (e ainda são) criados equipamentos para o tratamento de doenças graves, como o câncer, e o diagnóstico de muitas outras enfermidades. Diversos outros inventos contribuem com a melhoria nas condições de vida da humanidade em várias áreas do conhecimento, não somente de física.

Eu tentava imaginar o que eu veria e o que seria possível assimilar dessa inumerável quantidade de informações, já que a programação da Escola de Física CERN prometia ser intensa e sem muitos intervalos e, quando os teria, seriam curtos. Dessa forma, eu precisaria organizar as ideias, procurando sempre registrar o necessário (com fotos, filmagens e anotações), para que, após o retorno e com mais calma, eu pudesse ter um ponto de partida para possíveis produções e/ou materiais para a divulgação e outros trabalhos. Estava ciente de que, com tantos dados que eu teria, não poderia registrar tudo naquele momento, mas apenas o necessário.

Chegando o dia da viagem, embarquei em Porto Alegre e a viagem transcorreu dentro do normal, confirmando as previsões dadas pelo coordenador de datas e horários, com alguns pequenos atrasos. A viagem foi tranquila e pude viajar para a Europa ao lado de vários dos colegas que participariam do curso.

Agora era só conhecer Genebra e aguardar o curso.

## Referências

Escola de Física CERN. In: SBF – Sociedade Brasileira de Física. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/escolacern>>. Acesso em: 28 abr. 2013.

CERN – European Organization for Nuclear Research. Disponível em: <<http://home.web.cern.ch/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.

LHC – Large Hadron Collider. In: **Wikipédia**. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Large\\_Hadron\\_Collider](http://en.wikipedia.org/wiki/Large_Hadron_Collider)>. Acesso em: 29 abr. 2013.

STORR, Mick; ABREU, Pedro. **CERN Portuguese Language Teachers Programme 2010/Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa**. CERN: Genebra, Suíça, 2010. Disponível em: <<http://indico.cern.ch/event/105483/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.

STORR, Mick; ABREU, Pedro. **CERN Portuguese Language Teachers Programme 2011/Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa**. CERN: Genebra, Suíça, 2011. Disponível em: <<http://indico.cern.ch/event/149267/>>. Acesso em: 28 abr. 2013.



## EM BUSCA DE UM SONHO

---

Edi Terezinha de Oliveira Grings\*

### Introdução

O CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), um dos maiores laboratórios de Física de Partículas do mundo, foi criado em 1954, na fronteira entre a Suíça e a França.

O CERN colocou em funcionamento, em 2008, o grande colisor de prótons “Grande Colisor de Hadrões” (LHC), que, em virtude de um problema elétrico, parou de funcionar em poucos dias. Somente um ano depois, em 2009, o LHC foi recolocado em funcionamento.

O enorme acelerador de partículas, o LHC, consiste num anel de 27 km de circunferência, a cerca de 100 metros de profundidade. É composto basicamente por dois tubos, cercados por potentes eletroímãs, cavidades de radiofrequência e outros instrumentos, tudo isso no vácuo e sob baixíssima temperatura.

No seu programa de valorização de estudantes e professores, o CERN oferece vários programas, tais como visitas guiadas e cursos de verão, para que estudantes e professores aprendam sobre física de partículas e sobre o CERN.

Oferece também uma Escola de Física de Partículas, destinada a professores de escolas secundárias portuguesas. Esse programa foi ampliado pelo LIP (Laboratório de Instrumentação em Física de Partículas),

---

\* Escola de Física CERN 2010.

de Portugal, para outros países de língua portuguesa, incluindo também o Brasil.

Numa promoção da Sociedade Brasileira de Física, com o apoio do MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) e da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a primeira versão da Escola de Física do CERN foi oferecida aos professores brasileiros em 2009, restringindo-se aos professores da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Em 2010, o edital de inscrição dos professores brasileiros na Escola de Física do CERN abriu a possibilidade de participação de professores do Ensino Médio de toda a rede pública e privada. As exigências para participar do programa eram a titulação de graduados em Física e atuação prioritária como professor de Física do Ensino Médio. Assim, em 2010, consegui me inscrever para participar da Escola de Física do CERN.

Em 12 de julho desse ano saiu a relação dos selecionados para a Escola de Física 2010. Que emoção! O meu nome estava lá, com mais 19 colegas brasileiros.

Em seguida começou a corrida para a preparação da documentação necessária. Análise da data do passaporte, para ver se estava dentro do prazo de validade. Organização das aulas na Escola, para que a saída pudesse ocorrer durante o ano letivo. Organização da Olimpíada Brasileira de Física, que eu estava coordenando e tive que pedir para um colega assumir, durante a minha ausência. Enfim tudo pronto para participar da Escola de Física do CERN, em Genebra, dos dias 5 a 10 de setembro de 2010.

## **Antecedentes – Motivação para o meu desejo em participar da Escola de Física do CERN**

Alguns elementos conspiraram para o meu desejo em participar da Escola de Física do CERN. O interesse e a curiosidade dos estudantes por temas relacionados à Física de Partículas foi um fator determinante para me motivar a participar da Escola.

De maneira geral, os estudantes demonstram interesse por temas de Física Moderna, mas um fator que impulsiona o desejo dos alunos por temas dessa área são algumas notícias veiculadas na imprensa, muitas vezes exageradamente sensacionalistas, mas que servem como motivadores iniciais, como as notícias a respeito da partícula de Deus

e a máquina do fim do mundo, com a veiculação da criação de buracos negros pelo LHC.

A necessidade de responder aos questionamentos dos estudantes, aliada ao meu próprio encantamento por grandes centros de pesquisa, como o CERN, grandes observatórios como o ALMA (Atacama Large Millimeter Array) e a estação de lançamento de foguetes Kennedy Space Center no Cabo Canaveral, me impulsionaram a me candidatar a participar da Escola de Física do CERN.

Assim, meu interesse em participar da Escola de Física CERN 2010 foi motivado pela minha grande curiosidade e desejo pessoal de conhecer um instituto de pesquisas de tal envergadura e aprender um pouco mais sobre Física de Partículas. Como já comentei, tal curiosidade é compartilhada e estimulada pelos meus alunos, que sempre me questionam sobre as atividades de pesquisa do LHC. Em 2008, convidei um professor universitário para dar uma palestra na Escola sobre o assunto, pois não tive condições de responder a muitas das questões formuladas pelos alunos, em função de meu desconhecimento.

Acreditava que a experiência no LHC me oportunizaria apropriar e compartilhar os conhecimentos construídos, trazendo à comunidade escolar de que faço parte (alunos, professores, funcionários, pais e interessados) uma visão menos teórica e mais objetiva sobre como se dá a pesquisa em um laboratório de excelência.

Como professora e pesquisadora da área de Física, senti-me impelida e habilitada a buscar novos conhecimentos e experiências capazes de realimentar minha prática docente. Outro fator determinante foi a possibilidade de divulgar o trabalho do CERN a uma população jovem, desmistificando, assim, o conhecimento científico como conteúdo hermético, destinado apenas a pessoas especiais. Hoje, mais do que nunca, é necessário socializar o conhecimento e disponibilizar, especialmente aos estudantes, o contato com a ciência.

Além da motivação proporcionada pelos estudantes, ao meu próprio desejo somou-se a intenção da SBF (Sociedade Brasileira de Física) de propor uma atividade para professores do Ensino Médio, que culminou com o apoio para que esses professores participassem de uma Escola de Física de Partículas no CERN, na Suíça.

Assim, a partir desses fatores motivadores, resolvi me inscrever para participar da Escola de Física 2010 e imediatamente começou a torcida e a expectativa para ser selecionada. Muitos professores inscritos

deveriam atender aos critérios definidos para a participação na Escola. Assim, a minha escolha parecia pouco provável. Chegou o dia da divulgação dos nomes selecionados a participar da Escola. Que maravilha! O meu estava lá, e eu iria participar da Escola de Física do CERN.

## **Antecedentes - Interesse dos estudantes pela partícula de Deus**

Peter Higgs, em 1964, sugeriu a existência de uma partícula que teria sido a responsável pela transformação da energia inicialmente liberada pelo Big Bang, na massa conhecida hoje. Com a previsão do início do funcionamento do LHC, em 2008, a imprensa passou a veicular artigos que denominavam o bóson de Higgs como partícula de Deus. O bóson de Higgs ganhou esta denominação quando o cientista Leon Lederman, indignado com o tempo que já se buscava a partícula, 40 anos, resolveu escrever o livro **The Goddamn Particle**, mas os editores o publicaram como **The God Particle**. Assim, a imprensa passou a divulgar um grande número de artigos tratando o bóson de Higgs como a partícula de Deus.

Outro fato amplamente divulgado com o evento do início do funcionamento do LHC foi a criação de buracos negros por meio dos experimentos realizados no LHC e a possibilidade do fim do mundo. O buraco negro é uma região do espaço onde o campo gravitacional é tão forte que nem a luz sairia dessa região. O que determina a criação de um buraco negro é a concentração da massa. Assim, massas pequenas poderiam criar buracos negros pequenos se estivessem altamente concentradas.

Os estudantes passaram a demonstrar um grande interesse pela tal “partícula de Deus” e a possibilidade de criação de buracos negros no LHC, demonstrando, inclusive, certo encantamento pelo assunto. Naquele momento, tentamos minimizar a curiosidade dos alunos com filmes sobre Física de Partículas e uma tentativa infrutífera de desmistificar o endeusamento em torno do bóson de Higgs.

Muitas das questões levantadas pelos alunos não tive condições de responder. Então surgiu a possibilidade de participar de uma Escola de Física de Partículas, o que me pareceu uma boa oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos em Física de Partículas, agregada à possibilidade de conhecer o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC.

## **Interesse da Fundação Liberato na participação dos professores em cursos de aperfeiçoamento**

Desde 1989, trabalho como professora de Física do Ensino Médio na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, RS, Brasil. Essa instituição é uma escola técnica que, desde 1967, forma técnicos industriais, que, em sua maioria, são empregados pelas indústrias do Rio Grande do Sul. Atualmente (2013) oferece cursos técnicos de Química, Mecânica, Eletrotécnica, Eletrônica, Segurança do Trabalho, Automotivo, Design e Informática.

Nessas quatro décadas e meia, a Comunidade Liberato conquistou reconhecimento na educação profissional, firmando-se como instituição pública estadual que contribui para a formação de profissionais qualificados, com a missão de atuarem no desenvolvimento da ciência e tecnologia, vivendo como cidadãos sensíveis e comprometidos com um mundo e com uma sociedade autossustentável.

A instituição possui uma estrutura voltada à educação profissional de nível técnico, com cerca de 3.000 alunos matriculados, provenientes de mais de 50 municípios do Rio Grande do Sul, entre eles: Novo Hamburgo, Porto Alegre, São Leopoldo, Esteio, Sapucaia do Sul, Canoas, Estância Velha, Campo Bom, Portão, Sapiranga, Dois Irmãos, São Sebastião do Caí, Bom Princípio, Feliz, Montenegro, Ivoti e muitos outros.

Os cursos de educação tecnológica, articulados com o Ensino Médio, dirigidos a alunos provenientes do Ensino Fundamental, têm duração de quatro anos e 720 horas de estágio, supervisionado pela empresa e agenciado pela própria Instituição.

Os cursos de educação profissional noturnos são dirigidos a alunos que já possuem o Ensino Médio e que desejam obter formação técnica. Têm duração de cinco semestres, com 720 horas de estágio, sendo oferecidos nas mesmas áreas dos cursos diurnos, além de Segurança do Trabalho e Automotivo.

A disciplina de Física é oferecida somente nos cursos diurnos, com uma carga horária de quatro horas semanais na primeira série e três horas na segunda e terceira séries.

A Fundação Liberato primeiramente possuía experiência de realização de Feiras de Ciências no seu âmbito interno, mas, a partir de 1994, passou a organizar anualmente a MOSTRATEC, Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, confirmando a ênfase à pesquisa dada pela instituição.

A Fundação Liberato possui também uma política de Recursos Humanos voltada ao aperfeiçoamento profissional, oportunizando aos servidores a participação em eventos científicos e culturais.

Assim, quando solicitei a liberação para a participação na Escola de Física do CERN, o pedido veio ao encontro dos objetivos da Escola e a minha solicitação foi atendida.

## **Incentivo da SBF**

A partir de 2009, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) passou a organizar uma atividade essencialmente para professores do Ensino Médio, que é a participação de professores na Escola de Física do CERN.

A SBF percebeu que, para o desenvolvimento da Física, a motivação deve iniciar antes do Ensino Superior e, entre tantas outras atividades importantes, passou a organizar a participação na Escola de Física do CERN. Esta iniciativa da SBF tenho certeza de que tem servido para alavancar o ensino de Física de Partículas no Ensino Médio.

A SBF, com o financiamento da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), organiza a Escola de Física do CERN, cujo objetivo é capacitar professores para que estejam aptos a ministrar tópicos de Física de Partículas Elementares aos alunos do Ensino Médio.

O Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia tem sido, dentro da SBF, o responsável e o organizador da participação da Escola de Física do CERN. Este trabalho merece reconhecimento pela sua preocupação com o Ensino Médio.

## **Conclusão**

O meu desejo de participar da Escola de Física do CERN foi motivado principalmente pelo minha vontade de superar o meu desconhecimento a respeito de Física de Partículas e para atender às necessidades dos meus alunos.

A curiosidade dos meus alunos, aliada ao meu próprio desejo em conhecer um laboratório de grande porte, motivou-me a participar da Escola de Física do CERN.

O incentivo da Escola em que trabalho, a Fundação Liberato, também foi importante para a minha participação da Escola de Física do CERN.

Não posso deixar de citar a SBF, instituição organizadora da participação na Escola de Física do CERN, e a Capes, financiadora do projeto, pelo seu papel fundamental no desenvolvimento do ensino de Física de Partículas no Ensino Médio e na minha participação na Escola de Física.

## **Referência**

<<http://home.web.cern.ch/>>. Acesso em: 25 maio 2013.



## MINHA CAMINHADA AO CERN

---

Francisco Eduardo da Silva do Carmo\*

**M**inha preparação para ir à Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN) começou em 2011, quando o então coordenador do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da Universidade Estadual do Ceará/Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central (UECE/FECLESC), professor Makarius de Oliveira Taim, apresentou-nos a mim e ao professor Evandro Santos, ambos os supervisores do PIBID, a Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa, uma oportunidade de participarmos de cursos e palestras no CERN, em Genebra, na Suíça, uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física apoiada financeiramente pela Capes, em colaboração com o LIP de Portugal, ampliando e valorizando o ensino de Física.

Ficamos entusiasmados com a possibilidade de participarmos de um evento internacional e de representarmos, como professores, o nosso país e também o nosso Estado (Ceará). Isso nos daria grande orgulho e, então, nos inscrevemos e concorremos. Naquele ano, o professor Evandro logrou êxito e ficamos muito alegres, pois ele iria realizar um feito inédito na nossa região.

No seu retorno, o professor Evandro fez a exposição dos conhecimentos adquiridos, nos cursos e nas palestras no CERN, nas escolas de Ensino Médio da cidade de Quixadá, interior do Estado do Ceará. Entretanto, as escolas das cidades próximas não foram assistidas, fazendo com o que eu passasse a pensar em concorrer no ano seguinte com um plano de trabalho que as incluísse.

---

\* Escola de Física CERN 2012.

A cada uma de suas apresentações aumentava o meu interesse em participar da Escola de Professores em Língua Portuguesa, pois ele influenciou todos os professores de Física da cidade a concorrer e, além disso, verifiquei que os alunos começavam a acreditar que estudar valia a pena e ser professor de Física poderia até render viagens internacionais.

No ano seguinte, 2012, agora com menos perspectivas de ser escolhido, pois um professor da cidade já havia participado da Escola, fui estimulado pelo professor Alexandre Gonçalves Pinheiro, o novo coordenador do PIBID, a novamente tentar, apresentando a proposta de trabalhar nas escolas da região. De novo fiquei muito estimulado e me inscrevi novamente.

Finalmente, quando eu estava no Centro Educacional Municipal Dom Bosco, uma escola de Ensino Fundamental II da cidade de Choró, no interior do Ceará, fiquei sabendo que o resultado havia sido publicado no *site* da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Nervoso, fui verificar e, aqui pra nós, só quem passou por isso sabe o que eu senti na hora, porque meu nome estava lá.

Ressalto aqui a imparcialidade da seleção dos professores, pois sou um exemplo de que o currículo e a proposta de trabalho são importantes na escolha, agradeço às pessoas que selecionam os professores de forma séria e justa, valorizando assim um professor de qualquer lugar do nosso país.

## **Palestras sobre o que é o CERN**

Assim que eu confirmei meu nome na lista, comuniquei meus pais e minha esposa do feito que havia conseguido. Já que estava em Choró, cidade vizinha de Quixadá, ambas no interior do Ceará, relatei o fato ao diretor da escola Dom Bosco, prof. José Aluísio de Queiroz, e solicitei meu afastamento no período de realização da Escola e já comecei a divulgar o que eu, um mero professor de Física e de Ciências, havia conseguido.

Logo a cidade já estava sabendo que um professor iria representar o País em uma escola internacional na Europa. Fui convocado a ir para a Secretaria Municipal de Educação (SME) e descrever ao secretário, prof. Fábio Galvino, e aos demais professores da Secretaria o que realmente eu havia conseguido em prol da valorização da educação

municipal e comecei a tomar ciência da responsabilidade que eu tinha naquele momento.

Então fui pesquisar no *site* <<http://home.web.cern.ch/>> e preparei minha primeira palestra para todos os professores e demais funcionários do colégio Dom Bosco. Posteriormente, fiz uma explanação também para a Secretaria de Educação Municipal, para explicar-lhes o que é e como funciona o CERN, fazendo com que mesmo pessoas que não sejam da área de Física e Ciências possam entender as grandes contribuições que o CERN nos tem trazido, não só na Física de Partículas, mas também em vários outros campos, como, por exemplo, a medicina.

Essas palestras foram também ministradas na escola de ensino médio José Martins Rodrigues, na cidade de Quixadá-Ceará, onde o então diretor da época, Sali Hissa Neto, solicitou-me que fosse exposta igualmente aos alunos da escola a história do CERN, mesmo eu ainda não tendo ido.

Já na escola de ensino médio Coronel Virgílio Távora, o diretor, prof. Ed Naldo Santana, permitiu que eu pudesse relatar algumas contribuições do CERN para o mundo nas aulas de Física que eu ministrava no cursinho, envolvendo assim alunos que estão prestes a ingressar na universidade e estimulando-os a procurar o curso de Física como uma opção de formação profissional.

Em outro cursinho da cidade de Quixadá-Ceará, o da FECLESC, chamado de Núcleo de Apoio ao Vestibulando (NAV), continuei a comentar sobre o CERN e suas ações direcionadas para uma sociedade mais justa, valorizando todos os segmentos que trabalham lá de forma a mostrar que unidos são uma estrutura que busca o melhor para o mundo.

Fui solicitado também a comparecer ao gabinete da professora Joyse Santana, diretora da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE-12), a representante direta do governo do Estado do Ceará na nossa região, para falar de meus projetos, valorizando assim a nossa classe.

## **A mudança na minha vida**

Escrever sobre a emoção que senti ao ser selecionado é muito difícil. Comparar com alguma situação fica mais fácil. Pense que você conseguiu algo que mais gosta, mas que não vai dar para se realizar completamente, pois o tempo será pouco tendo em vista a grandiosida-

de da situação. Tinha que buscar as informações para me preparar para a minha grande aventura.

Procurei saber qual o idioma que prevalecia em Genebra, local onde fica o CERN. Procurei também saber com o prof. Evandro, que já havia ido ao CERN, a respeito de como era a alimentação lá e, num momento engraçado, ele me disse: “vá primeiro, depois conversaremos”, e sorriu. Então compreendi que eu tinha que vivenciar a experiência de ir ao CERN para entender o significado da oportunidade que havia conseguido.

Quando eu passava nas ruas das cidades de Choró e Quixadá, algumas pessoas agora perguntavam querendo saber sobre o CERN. Então tentava explicar rapidamente e elas ficavam impressionadas como eu havia conseguido, pois, na mentalidade deles, só professores de capitais poderiam ser escolhidos para um feito tão importante. Algo que sei que foi atingido foi popularizar o CERN na região do sertão central do Ceará mesmo antes de ter ido até ele.

Algo que gostaria de ressaltar foram as aulas que ministrei antes de ir ao CERN, nas quais meus alunos sempre buscavam mais informações sobre ele e com isso atingi um objetivo, que era fazê-los se interessarem por Física. Às vezes, eles encontravam material para que eu pudesse estudar e assim conhecer melhor o CERN, para onde o professor deles (eu) iria.

Passei a ser visto como um professor que, mesmo do interior do Ceará, iria participar de uma formação no exterior, interagir com novas metodologias, conhecer outros professores, comparar ideias de ensino, conversar sobre educação mundial, enfim, ter a oportunidade de crescer profissionalmente.

Enfatizo que qualquer professor de Física pode ser um representante brasileiro no CERN. Suponho que esta seja uma das metas de valorização do magistério do governo brasileiro

## Referência

<<http://home.web.cern.ch/>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

## SONHO A SER REALIZADO

---

Ivo Aparecido Goulart\*

### **A organização permite o domínio**

**P**or que temos a necessidade de organizar as coisas: os livros no armário; os arquivos no computador; as agendas com os contatos telefônicos; os elementos químicos na tabela periódica; a viagem ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) e à Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (CERN)? Para que não nos percamos na infundável barafunda de informações e pessoas que nos rodeiam! Mas também como forma de estabelecer um vínculo de dominação, isto é, uma maneira de estabelecer controle. A organização permite o disciplinamento e o domínio justamente porque, ao mesmo tempo, fixa a identidade das coisas e permite rearticular suas partes em múltiplos níveis e formas enunciativas. A organização é, portanto, um código de referência, que permite transladar de um lugar a outro, de um preparativo a outro sem que o “sentido” se perca (LENOIR *apud* GOULART, 2009). Em última análise, por questões de objetividade, nos organizamos. Mas como se produz essa objetividade? Quais são as contingências cotidianas que agenciam e produzem a necessidade de organização e de periodização das coisas que utilizamos?

Tratar desta questão será nosso objetivo neste trabalho. Descrever sobre os preparativos para uma viagem ao LIP, associação cientí-

---

\* Escola de Física CERN 2012.

fica e técnica de utilidade pública que tem por objetivos a investigação no campo da Física Experimental de Altas Energias e da Instrumentação Associada em Lisboa, Portugal, e ao CERN, que é o maior laboratório de Física de Partículas do mundo. Fundado em 1954, com sede em Genebra, Suíça, congrega atualmente 20 Estados-membros, todos europeus, seis Estados e duas Organizações Internacionais como observadores, além de 28 participantes não membros, entre estes o Brasil.

Esta oportunidade de visita “nasceu” de um simples incentivo de uma colega de Departamento de Física que recebeu um e-mail divulgando as inscrições para participar desta Escola. A princípio eu não me interessei, pois achava uma coisa muito distante do ponto de vista familiar, pois sou casado, tenho três filhos na pré e adolescência, achava muito difícil deixá-los em um período que, para mim, seria muito grande, e também do ponto de vista profissional, pois trabalho como professor nas redes estadual e federal, e para me afastar nas duas redes de ensino, considerava que seria impossível, pois até então nunca havia me afastado do trabalho e da família por um período tão longo. Volto a enfatizar o que mais me motivou em fazer esta viagem: a insistência desta colega no Departamento de Física que persistiu e insistiu para que eu fizesse a inscrição pleiteando uma vaga para participar da Escola.

## Inscrição

Dentre tantos itens do processo de inscrição para participar da Escola, um pedia para escrever um texto apresentando as razões pelas quais eu estava pleiteando participar da Escola de Física CERN, ao qual respondi:

*Há anos trabalho no ensino médio com a disciplina de Física e tenho percebido que a cada ano os alunos parecem mais desinteressados pela disciplina, então questiono, será culpa minha ou dos alunos? Talvez seja minha culpa, pois sempre trabalho da mesma maneira, não consigo ver alternativas para despertar o interesse dos mesmos para a disciplina. Então com esta Escola pretendo adquirir novos conhecimentos e experiências para trabalhar de maneira diferente, criando novas alternativas para tornar a disciplina mais atraente.*

Entre este e tantos itens, outro pedia para apresentar de forma sucinta uma proposta de trabalho, assim que retornasse da escola. Minha proposta foi:

*Minha participação neste evento tem como objetivo adquirir novos conhecimentos e novas maneiras de trabalhar.*

*Após o retorno, pretendo repassar todos esses conhecimentos e as experiências adquiridos para os professores de Física que fazem parte do Núcleo Regional de Cornélio Procópio, por meio de cursos e palestras nas semanas de capacitação ofertadas pela Secretaria de Educação do Estado – SEED, enquanto que, para professores do Departamento de Física da UTFPR, nas reuniões do grupo da disciplina e nos horários a serem agendados pelo grupo.*

*Quanto aos alunos, pretendo trabalhar de maneira diferente da atual, com novos temas, procurando tornar a disciplina de Física mais atraente.*

Após estes e os demais procedimentos solicitados, enviei a minha inscrição e confesso que fiz sem muita esperança, como se fizesse uma “fezinha” na Mega Sena acumulada.

## **Preparativos para viagem**

Mas, antes de iniciar o relato sobre os preparativos para minha viagem, peço licença ao leitor para uma breve introdução às questões pessoais e subjetivas do autor deste trabalho.

Não quero ser prolixo aqui, entretanto, uma vez que vou falar sobre esta tão sonhada viagem, creio ser importante retornar no tempo expondo desta maneira os caminhos trilhados por mim.

Recordo que o desejo de voar nos conhecimentos científicos sempre foi meu sonho. Ao entrar no túnel do tempo, consigo captar algumas imagens amareladas devido à intempérie do tempo da primeira escola que estudei, na zona rural no município de Nova Fátima, modesta cidade localizada no norte do Paraná, onde morava com meus pais. Esta foi uma de tantas escolas pelas quais passei até terminar o Mestrado e finalmente estar preparado para visitar o LIP e o CERN, considerados os laboratórios mais conceituados no meio científico.

O sentido do que somos depende das histórias que contamos e das que contamos a nós mesmos [...], em particular das construções narrativas nas quais cada um de nós é, ao mesmo tempo, o autor, o narrador e o personagem principal (LARROSA, 2002, p.48).

Confesso que ao sair o resultado pela internet de minha inclusão na viagem, 25 de junho de 2012, segunda-feira, a princípio não acreditei. Pensei que fosse um sonho, até que o professor Nilson Garcia me enviou a seguinte confirmação:

“Caro professor

Tenho a grata satisfação de comunicar-lhe que seu nome foi classificado para participar da visita ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, em Lisboa, nos dias 23 e 24 de agosto de 2012, e da Escola de Física – CERN 2012, a ser realizada em Genebra, na Suíça, no período de 26 a 31 de agosto de 2012.

Informo-lhe também que a partida do Brasil está prevista para o dia 22 de agosto e o retorno para o dia 1º de setembro de 2012 e que, sendo viagem internacional, é necessário passaporte válido por pelo menos mais seis meses.

Novos detalhes dos preparativos da viagem ser-lhe-ão informados oportunamente.

Novamente cumprimentando-o, coloco-me à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

*Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia*  
Responsável pela Escola de Física CERN 2012”

Minha esposa me disse que quando recebi este e-mail, meus olhos brilharam como os olhos de uma criança, que brilham quando ganha um presente que tanto almejava.

A partir daquele instante, iniciou-se um momento de negociações com a Universidade onde trabalho, minha esposa e meus filhos que, a princípio, queriam que eu fizesse esta viagem, mas ao mesmo tempo sentiriam minha ausência e na Universidade não havia outro professor para me substituir.

Durante estas negociações, me senti muitas vezes pisando em areias movediças. Pai de três filhos: Jéssica, 17 anos; Érika, 13 anos e Ivo Henrique, 7 anos, muitas vezes tive a impressão de estar em viagens extracorpóreas (OLIVEIRA 2005 p. 63), como no início do livro **Construtivismo em Revista** (ALVES, 1993, p.12), “em que um rapaz tem a cabeça sobrevoando a cidade na forma de um pássaro, enquanto o corpo cumpre a tarefa de fazer uma prova”. Pergunto então a mim mesmo como articular esta situação, lembrando que “articulação é o efeito de mul-

tiplicar possibilidades” (OLIVEIRA, 2008). Então arrumei um professor substituto e minha esposa assumiu que eu poderia viajar, pois ela se desdobraria nos cuidados dos filhos.

Superado este período de turbulência, sinto-me sendo capturado para os preparativos e divulgação da minha até então considerada façanha de viagem. Fui então à procura de informações de como fazer para agilizar a documentação para a viagem, entre elas dar entrada ao processo de retirada do passaporte, providenciar cartão de crédito internacional, fazer um trabalho de pesquisa entre os amigos ou pessoas indicadas que possuem experiências de viagens internacionais para saber como proceder em certas circunstâncias, como levar dinheiro, a moeda utilizada, bagagens, etc. Também naveguei pela internet para obter mais informações sobre os costumes, cultura, línguas faladas, sobre os laboratórios onde íamos visitar, sobre os hotéis onde íamos nos hospedar e as prováveis estações do ano para saber como fazer a bagagem, pois uma coisa óbvia é saber qual é o limite permitido de bagagem com a empresa aérea, pois o importante é pensar e repensar o que realmente ia precisar. Cada grama conta, então não preciso levar quatro blusas extras – uma já basta.

Também não poderia esquecer a companheira de viagem, uma máquina fotográfica, para registrar cada momento da viagem para trazer para a família e os amigos. Outra coisa, não precisa se preocupar com uma caixinha de fósforo, porque acho que fogo já tem em todo lugar, mas um celular, um notebook, um adaptador universal de tomadas, é imprescindível para não perder o contato com a família e com o resto do mundo que nos rodeia.

Finalmente, fazer toda parte burocrática para me afastar das instituições que trabalho. Minha instituição pedia plano de substituição de aulas assinado pelos professores substitutos e também pelas chefias imediatas. E como funcionário público, a necessária autorização para sair do país.

## **Divulgação**

A partir daí, procurei investir meu tempo com a divulgação da viagem, uma vez que fui o primeiro professor desta pacata cidade a ser selecionado para ir a um laboratório tão conceituado em Portugal e na Suíça.

Neste contexto, procurei os meios de comunicação, jornais, emissoras de rádios e colégios de minha cidade e de Londrina (PR) para fazer a divulgação. Entre elas cito a que fiz em um pequeno jornal de Cornélio Procópio (PR):

*A Sociedade Brasileira de Física SBF, em projeto coordenado pelo professor da UTFPR de Curitiba, Nilson Marcos Dias Garcia, e financiada pela Diretoria de Educação Básica Presencial da CAPES, selecionou 30 professores de Física do Brasil, entre eles o Prof. **Ivo Aparecido Goulart** de nossa cidade, que trabalha na **UTFPR e CEEBJA**, para participar de uma Escola na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (em francês: Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire), conhecido como CERN, o maior laboratório de física de partículas do mundo, localizado na região noroeste de Genebra, na Suíça e dois dias para o LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, em Lisboa) de Portugal. O LIP é uma associação científica e técnica de utilidade pública que tem por objetivos a investigação no campo da Física Experimental de Altas Energias e da Instrumentação Associada.*

Entre tantas outras divulgações realizadas, gostaria de salientar esta publicada na **Folha de Londrina**, jornal escrito mais bem conceituado no Norte do Paraná, que teve como manchete:

**Professores do Paraná são selecionados para conhecer o Centro Europeu de Física Nuclear, Laboratório mais conceituado no mundo na área**

26/07/2012 | 00h02min Douglas Lopes

*Dois professores da rede pública, um de Londrina e outro de Cornélio Procópio, deverão embarcar no próximo dia 22 de agosto rumo a Genebra, na Suíça. Do outro lado do Atlântico, conhecerão o Centro Europeu de Física Nuclear (CERN, na sigla em inglês). O laboratório é o mais conceituado no mundo e uma espécie de Disney para os pesquisadores. “É um sonho para quem é da área”, confessa o professor Nilson Marcos Dias Garcia, que coordena a “missão”.*

*Mas, ao contrário de uma visita turística, quem vai lá, como é o caso dos dois professores do Norte do Estado, passa por uma maratona de palestras e discussões a respeito das pesquisas que são desenvolvidas no Centro. Além deles, outros 28 professores das redes públicas estadual e federal de todo o país partirão em viagem para conhecer o lugar.*

*A expectativa este ano é grande, especialmente por conta da descoberta de uma nova partícula que, segundo especula-se, pode se tratar do bóson de Higgs – responsável por dar massa à matéria expelida pelo Big Bang e que permitiu o surgimento de tudo o que existe no cosmos.*

*Marcelo Estevam, um dos 30 escolhidos para conhecer o CERN, é pós-doutor em Física e graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Londrina. Ele dá aulas para o ensino médio e superior no Instituto Federal do Paraná, em Londrina. “Lá [no CERN] é o lugar onde você vai unir Física e Engenharia para fazer aplicações no mundo real”.*

*“Todo o conhecimento que adquirirmos durante a visita, passaremos aos nossos alunos”, explica o professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Cornélio Procópio, Ivo Aparecido Goulart.*

*Estevam revela que é um compromisso assumido pelos 30 professores selecionados para o Programa, que é coordenado pela Sociedade Brasileira de Física. “Faremos um projeto após a viagem e o que será feito com esse conhecimento e como isso vai ser repassado aos estudantes”. O projeto é todo financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).*

Também fiz outras divulgações em jornais falados, nas escolas, entre os amigos, familiares, nos becos por onde andei e não esquecendo, é claro, entre os professores de Física, Química e Matemática da cidade.

## **Considerações finais**

Confesso que este trabalho de divulgação foi muito gratificante, pois em cada lugar que ia para falar sobre a viagem, os professores não acreditavam que poderiam ter um amigo de profissão da cidade participando de uma escola no maior laboratório de Física Nuclear do mundo e também queriam saber como proceder para fazer inscrição para participar da próxima escola. Em relação aos alunos, meu relacionamento com eles mudou muito, pois os mesmos parecem que me viam como um professor especial, pois iria participar de uma escola no CERN, um laboratório na Suíça.

## Referências

ALVES, Maria Leila. **Ideias: Construtivismo em Revista**. V. 20. São Paulo: Editora Governo de São Paulo, 1993. 113 p.

GOULART, Ivo Aparecido. **A construção de uma tabela periódica interativa: uma análise pela perspectiva cultural do modo de endereçamento**. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência) - Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2009.

LARROSA, Jorge. Tecnologia do eu e educação. In: SILVA, Tomaz Tadeu da (Org.). **O sujeito da educação: estudos foucaultianos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 35-86.

OLIVEIRA, Moisés Alves de. **Enunciados científicos nos laboratórios de ciências do ensino médio**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2005.

OLIVEIRA, Moisés Alves de. O laboratório didático de química: uma micronarrativa etnográfica pela ótica do conceito de articulação. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v.14, n.1, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132008000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132008000100007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 nov. 2014.

## EM BUSCA DE UMA EDUCAÇÃO DE QUALIDADE, APROXIMANDO A CIÊNCIA E A ESCOLA

---

Wagner Garcia Pereira\*

### **Como me tornei professor, como cheguei ao CERN**

**V**iver não é algo para si mesmo, mas pertence a todos, pois durante todo o processo de crescimento muitas experiências são compartilhadas com outros, e essas experiências fazem com que se tenha o privilégio de deixar parte de sua história, e essa parte de história ganha vida em outra vida, permite ao outro aprender e refletir sobre seu próprio viver. Ao escrever sobre a própria história de vida é possível repensar sobre tudo o que se aprendeu até esse momento, reavaliar cada passo dado e interpretar esse andar. Essa caminhada é complexa, mas também muito contínua.

A vida é complexa, pelos vários momentos de incertezas, por todo desenvolvimento pessoal e relações que muitas vezes são confusas, por reações instintivas que muitas vezes surpreendem, pois traz a percepção por alguns instantes que o homem ainda não se conheceu. Por outro lado, a vida é contínua, pois seu caminhar desde a infância, experiências, frustrações, empolgações, sua vivência em geral leva à decisão de qual o percurso de vida profissional.

Pretendo contar como foi minha formação, destacar minhas experiências, compartilhar o caminho feito até minha chegada ao CERN,

---

\* Escola de Física CERN 2011.

imaginando que desta forma será possível se ter uma ideia de como tive a oportunidade de participar do processo de seleção dos professores. Não que esta seja a fórmula para ser escolhido, mas meu objetivo é demonstrar que o envolvimento intensivo com aquilo que se faz, buscando ter uma formação continuada, sempre se atualizando e procurando romper com as paredes criadas pela escola, possibilitando que os alunos possam estar envolvidos em projetos além da escola, participando de cursos de férias, de olimpíadas científicas, de feiras de ciências, dialogando com e sobre o mundo que o cerca, pode contribuir para esse sucesso.

Formado no ano de 2005, no curso de Licenciatura em Física, na cidade de Presidente Prudente, na primeira turma do curso da FCT – UNESP, iniciei minha jornada como professor da Educação Básica, primeiramente como professor eventual em colégios públicos da cidade de Botucatu. Mas o mais intrigante nesta história é que, em 2002, quando ingressei na faculdade, a única coisa clara que tinha em mente era a disposição de nunca entrar em uma sala de aula como professor. É lógico que esta disposição não foi cumprida, e por isso quero contar como me tornei professor, pois esta resposta consiste no meu passaporte para a viagem realizada para conhecer o maior laboratório de Física de Partículas do mundo, o CERN, na Suíça.

A vontade de estudar Física nasceu pelo fascínio em conhecer a natureza, as forças que nos cercam, saber como o Universo se formou, quais as estruturas de tudo a nossa volta, conhecer sobre a tecnologia, as descobertas da ciência. É interesse de todo estudante da área científica estar envolvido e conhecer sobre os avanços tecnológicos e científicos que ocorrem a sua volta, porém me frustrei muito quando, no terceiro ano de faculdade, quase finalizando o curso de Licenciatura em Física, inserido em pesquisas na área de novos materiais, percebi que não tinha acesso e não conhecia o que estava sendo desenvolvido no laboratório ao lado daquele no qual trabalhava. Embora estando em um curso de licenciatura, existia pouca possibilidade de se envolver em pesquisas na área da educação, primeiro por falta de professores envolvidos em pesquisas nesta área, segundo, devido à desvalorização e falta de incentivo para quem estivesse motivado a se envolver com educação.

O questionamento move a ciência, move o conhecimento, e eu estava inserido em um grupo de pesquisa, mas insatisfeito em saber que muitos jamais teriam acesso às minhas pesquisas, aos meus trabalhos e às minhas produções. Essas reflexões me levaram a tomar uma decisão:

neste momento a área de Ciência dos Materiais perdia um potencial pesquisador e a comunidade ganhava um educador. Quando pensei na possibilidade de educar jovens, minha postura foi a de nunca me acomodar, buscar aprender sempre e levar sempre algo a mais aos meus alunos, oferecendo-lhes a oportunidade de conhecer o que ocorre no mundo da ciência, aproximando o conhecimento universitário da escola básica.

Iniciei com um projeto de teatro científico, chamado “Show de Ciências”, com o intuito de apresentar a ciência para alunos de escolas da periferia que não tinham acesso a experimentos científicos e à tecnologia, que viviam muito longe da ciência que estudavam em sala de aula. É papel do professor criar ambientes favoráveis à aprendizagem, de modo que o processo de aprendizagem-ensino se torne mais prazeroso e significativo para o aluno, pois desta forma ele estará apto a aprender e argumentar sobre tudo o que lhe for ensinado.

Com o passar do tempo, me tornei professor da Educação Básica na rede pública e particular, o projeto do teatro científico tinha finalizado, mas o ideal de inovar e aproximar os alunos da universidade continuava. Foi então que comecei a participar das olimpíadas científicas, Olimpíada Brasileira de Física e Olimpíada Brasileira de Astronomia. Porém, ainda faltava neste momento um contato maior com a universidade e foi então que iniciei o mestrado em educação na Faculdade de Educação da USP-SP. Esta reaproximação da universidade me permitiu promover videoconferências entre professores da universidade e estudantes do Ensino Médio. Nestes encontros foram discutidos assuntos como Astronomia, Física Nuclear e Física de Partículas, onde tive a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre o CERN e também conhecer sobre a oportunidade de visita a este laboratório.

A caminhada como professor no Brasil não é fácil, principalmente quando nos encontramos em uma cidade nova, onde não se conhece muitas pessoas. Mas é preciso caminhar, então temos que ir à batalha. E assim foi. Iniciei minha carreira no ensino público como professor substituto e nesta época o tempo para desenvolver pequenos projetos com os alunos era maior, o que possibilitava fazer sempre um pouco mais. Após uns seis meses, eu passei no concurso para professor estadual e logo ingressei como efetivo, com vinte aulas. Ainda tinha aulas em dois colégios particulares e, se já não bastasse, estava iniciando o meu mestrado em Educação, na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP).

A tarefa de formação de professores não deve se reduzir à transmissão de conhecimentos acadêmicos, mas sim propiciar oportunidades para construção de outros recursos, tais como as capacidades relacionais e afetivas, de importância vital na profissão docente e também na vida das crianças, dos jovens e dos adultos em sua atuação nos mais diferentes espaços. Uma revisão do currículo de cursos básicos de formação é possível e desejável, o que não pode se resumir à substituição de algumas disciplinas por outras. É preciso que essa revisão inclua uma transformação da relação que professores e alunos estabelecem entre si e com o conhecimento, assim como a transformação dos papéis de professores e alunos, ou seja, para que sejam os educadores que se educam no ato de educar e os alunos que ensinam no ato de aprender. Segundo Paulo Freire, os homens educam-se entre si mediatizados pelo mundo, pela educação problematizadora, que exige a superação da contradição educador-educando e o diálogo, e em que ambos se tornam sujeitos do processo e crescem juntos em liberdade, procurando o conhecimento verdadeiro e a cultura pela imersão das consciências para uma inserção crítica na realidade (FREIRE, 2002, p. 70).

A possibilidade de ir ao CERN não poderia ser um sonho somente meu, deveria ser compartilhado com aqueles que estavam mais envolvidos com esta viagem, que ficariam aguardando ansiosos o meu retorno, os meus alunos.

## **A preparação, o envolvimento de todos**

No início de 2011 surgiu, como que por acaso, por meio de mensagem de e-mail da supervisão do colégio no qual leciono, uma oportunidade para professores de Física visitarem as instalações do CERN naquele mesmo ano. Os requisitos para participar pareciam muitos, mas eu completava aquela lista, pois tinha desenvolvido vários projetos e feiras educacionais ao longo dos meus anos iniciais como professor, porém uma questão me inquietou: “o que me acrescentaria ir até o CERN?”. Na verdade, queria saber mesmo como repassar o conhecimento adquirido na viagem para os alunos do ensino médio, como este conhecimento poderia contribuir para a formação deles. Logo veio então uma ideia, o primeiro experimento, construir um ciclo de seminários sobre Física de Partículas, no contraturno. Este ciclo de palestras recebeu o nome de “roda gigante”.

O projeto “roda gigante” permitiu que os alunos participassem ativamente de uma roda de conversa sobre um determinado tema cien-

tífico, o que contribuiu primeiramente para desenvolver as habilidades argumentativas dos alunos, mas também permitiu que fosse realizada uma análise sobre o interesse dos alunos em relação ao tema, assim como destacar seus conhecimentos prévios. Desta forma, poderia avaliar qual o grau de importância de minha ida até o CERN e também qual seria o foco de estudo e a linguagem para poder comunicar-lhes sobre o Laboratório, as pesquisas, sobre Genebra, sobre a viagem em geral.

Impressionou-me o entusiasmo dos alunos em relação ao tema. Muitas ideias sobre o que seriam as pesquisas em Física de Partículas, muitas perguntas surgiram, como, por exemplo, por que se investir tanto nesta área?; quem eram os pesquisadores envolvidos nos experimentos do CERN?; seria possível um deles chegar até lá?; será que existiam pesquisadores brasileiros trabalhando no CERN?; quais as contribuições e aplicações das pesquisas realizadas no CERN? O entusiasmo dos alunos reacendeu no professor o desejo pela aventura das descobertas, de realizar o sonho de estar em um dos laboratórios mais importantes do planeta, conhecer pessoalmente algum Prêmio Nobel da Física, mas principalmente poder retornar e responder os questionamentos dos alunos.

Visitar o CERN talvez seja o grande sonho de todo professor de Física, um êxtase em estar diante de um centro de pesquisa de ponta, conhecer o ambiente onde ocorrem as principais pesquisas na área da Física, mas compartilhar este momento com os alunos foi algo muito motivador, pois foi possível perceber que muitos dos questionamentos que tinha eram questionamentos de muitos deles, e as rodas de diálogos proporcionaram este momento de troca de experiências, troca de saberes. Estávamos vivenciando naquele momento o verdadeiro processo de ensino e aprendizagem.

O processo de ensino não é um processo de mão única, pois reais interações ocorrem o tempo todo. Assim acontece o aprendizado no contexto escolar. O professor, como propõe Paulo Freire em seu livro **Pedagogia do oprimido** (2005), deve assumir o papel de educador-educando, assim como o aluno assume o papel de educando-educador. Quando esse contexto de socialização for colocado em prática poderemos ter uma escola que realmente assuma seu papel de preparar seus alunos para a vida e promover o crescimento dos professores em sua relação profissional.

A meta é uma educação mais socializadora e o importante é que o aluno compartilhe com o professor o sonho pelo aprendizado, pelo

conhecimento, pelo novo, pela descoberta. Dessa forma, o professor olha também para o estudante querendo aprender seu mundo, suas vivências e carências e assim estabelecer um projeto pedagógico voltado para a valorização desses jovens, não somente em função da preparação para o trabalho, mas também para a vida, que já está sendo vivida dentro da escola. Devemos pensar essa escola como agente de mudanças, não apenas para o amanhã, mas sim mudanças contínuas, a partir do hoje, pois os nossos jovens não são somente futuro, eles são participantes do presente, pessoas que vivem e querem viver agora.

A escola como espaço de transformação de saberes precisa ser repensada, assim como a concepção de aprendizagem e de ensino, pois aprender significa questionar certezas pretensamente definitivas e manter aceso o fogo da curiosidade, da criatividade, as chamas da vida. Por ser o local onde convivem professores, a escola pode ser proposta como espaço privilegiado para sua formação. A curiosidade dos alunos não se mantém acesa com um saber sempre pronto que não estimule o espírito investigador do aluno, de buscar o conhecimento, de encontrar respostas, de questionar, de pensar sobre seu aprendizado.

A simples possibilidade de ir ao CERN movimentou toda a escola, todos motivados, empolgados, os dias se tornaram bastante longos, pois a ansiedade aumentava cada dia mais, esperava aquela resposta tentando me manter calmo, mas a empolgação dos alunos, os encontros na “roda gigante”, não me deixavam esquecer nem um segundo do sonho que poderia se realizar. E se não fosse escolhido, como seria a reação dos alunos? Assim como a família, nasci na periferia, fiz a minha graduação com extrema dificuldade, nunca teria a oportunidade de fazer uma viagem como essa, cada passo do meu crescimento foi com muita dificuldade, mas estava tendo a oportunidade de crescer, de estar num lugar dos sonhos, minha noiva em êxtase, com muito orgulho, meus pais ainda mais, meu irmão torcendo muito.

Com toda a empolgação, a “roda gigante” ganhou força e ganhou a internet, o mundo virtual, começou com algumas perguntas pela rede social Facebook e acabou trazendo consigo mais pessoas envolvidas, no início ex-alunos, mas começaram a surgir amigos e outras pessoas, cada vez mais distantes, com novos questionamentos. Uma das questões era sobre o tamanho real do laboratório. Qual o tamanho do túnel? Assim, foi necessário abrir uma página exclusiva, um grupo de discussões, que foi denominado “Roda gigante na rede”. Quando percebi, estava completamente envolvido, os alunos criaram neste grupo do

Facebook uma contagem regressiva para a divulgação dos professores que participariam da Escola de Formação no CERN em 2011. Foi bastante interessante, o que me deixava cada vez mais ansioso.

## A seleção e a viagem

No dia 3 de junho de 2011, sai no *site* da Sociedade Brasileira de Física o resultado dos professores selecionados. Quando olhei meu nome na lista, quase não acreditei, e pensei, e agora? Não tinha passaporte, nunca havia nem saído do país, como seria aquele lugar, não saberia me comunicar, meu inglês estava defasado, fazia muito tempo que não estudava, não treinava, e os recursos, será que terei recursos para viagem, pois ainda não tinha certeza que seria financiado pela Capes, mas precisava contar para meus alunos sobre o resultado. Então, entrei no grupo do Facebook e, para minha surpresa, eu fui o último a saber, pois todos eles já sabiam da notícia, havia mais de trezentas felicitações e isto me emocionou demais. Fui para escola e quando lá cheguei, os alunos já haviam organizado uma festa. Percebi que não estava sozinho, sabia que não estava indo para aquele lugar só para meu interesse, estava indo representar uma comunidade, muitos aguardavam respostas, queriam muitas fotos e muitas explicações. A minha noiva, quando soube da notícia, ficou como que anestesiada, com uma mistura de orgulho e de medo: como eu faria sozinho naquele lugar, tão distante.

Era hora de arrumar a documentação para viajar, precisava tirar passaporte e na averiguação do tempo para emissão de passaporte em São Paulo, para minha surpresa e desespero, não daria tempo, pois não havia datas disponíveis para agendamento antes da data da viagem. Fui procurar outras cidades que tivessem uma data mais próxima e encontrei na cidade de Marília, no interior de São Paulo, a solução. Foi uma viagem de 150 km para tirar o passaporte, mas daria tempo. Duas semanas após já estava com o passaporte em mãos e comecei a perceber que realmente iria nesta viagem, principalmente porque nesta mesma data recebi a notícia que a viagem seria totalmente financiada pela Capes.

Precisei correr para organizar as coisas, documentos, roupas, malas. E tinha que continuar dando as minhas aulas, manter a página no facebook, a “roda gigante” na escola. Neste mesmo período, a imprensa da cidade se interessou por minha viagem, dei entrevista, queriam cobrir minha viagem, saber como seria, afinal de contas era o primeiro botucatuense a estar no maior laboratório de Física de Partículas do mundo.

Com toda esta correria, acabei sofrendo um acidente, bati o carro, machuquei meu ombro, bem naquele momento em que se aproximava a data da viagem. Como faria agora, machucado, sem carro? Nestes momentos de dificuldades, de dor, é que percebemos realmente que temos ao nosso lado pessoas que nos amam. Minha noiva se desdobrou para me ajudar, me levava para o trabalho, me buscava, ficou muitas vezes a pé para contribuir comigo, pois eu tinha aulas em diferentes escolas. Foram dias de doação, mas que provaram o quanto o amor fala mais alto. Compreendia naquele momento o que realmente era amor. Com todo este histórico antes da viagem, percebi que minha missão até o CERN era valiosíssima, estava representando muita gente, precisava fazer o meu melhor, viver aquilo que para mim era o mais importante: a divulgação da ciência para aqueles que não tinham acesso, promover palestras para ensinar aos alunos um pouco sobre a Física de Partículas, falar sobre a possibilidade que os alunos tinham de trabalhar no CERN.

Chegou o dia da viagem, a empolgação era enorme, tristeza por deixar a família, a noiva, meus alunos, pois todos eles contribuíram para esta viagem, e lá estava eu, sozinho dentro do ônibus de Botucatu para São Paulo. Do aeroporto de Congonhas, parti para Brasília, e então começou realmente a viagem ao CERN. Encontrei a equipe de professores, entramos naquele avião e ali se iniciava uma viagem dos sonhos. Quando aquele avião levantasse voo estaria levando consigo vários alunos, famílias, representados por aqueles professores.

Obrigado primeiramente a Deus, à minha família, a Patrícia Bortholoto (minha esposa), aos alunos, às escolas (SESI, Colégio Embraer), à Sociedade Brasileira de Física, à Capes, por proporcionar este momento a todos nós, por estarem conosco na realização deste sonho.

Assim começou minha viagem ao CERN.

## Referências

DEWEY, J. [1938]. **Experiência e educação**. Trad. Anísio Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

FREIRE, P. **Pedagogia dos sonhos possíveis**. São Paulo: UNESP, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

MOITA, M. da C. Percursos de formação e de transformação. In: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Codex, 1992.

## DA SELEÇÃO À PREPARAÇÃO PARA A ESCOLA DE PROFESSORES NO CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA

---

Karine dos Santos Coelho\*

### O processo de seleção

**T**rinta professores de Física passaram por um momento de euforia ao verificarem seus nomes na lista dos selecionados para participar da Escola de Professores no CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear) em Língua Portuguesa - 2014. Eu também pude sentir! Pois fiz parte deste grupo.

A Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa é organizada pela Sociedade Brasileira de Física – SBF, conta com apoio do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas – LIP – de Lisboa e os professores são financiados pela CAPES, por meio de uma ação do Departamento de Educação Básica. Os selecionados atendiam aos critérios estabelecidos pela SBF, responsável pela seleção dos professores.

Os critérios estabelecidos foram: ser professor(a) de Física do Ensino Médio; participação no PIBID; participação como professor credenciado em Olimpíadas; a eventual titulação pós-graduado(a) do(a) candidato(a) – especialização, mestrado ou doutorado – e a área de sua realização; a eventual participação em eventos e o envolvimento em projetos e/ou atividades de pesquisa ou extensão ligados ao Ensino de

---

\* Escola de Física CERN 2014.

Física, inclusive Olimpíadas; as justificativas de interesse em participar do projeto e as propostas de divulgação das atividades relativas à participação no curso, ao retornar.

No momento da inscrição parece difícil acreditar que você será classificada para participar de um evento de tamanha dimensão. A Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa é destinada aos professores de Física do Ensino Médio das redes municipal, estadual, federal e particular de educação (no caso da rede particular, a instituição deve financiar todos os gastos para participação no curso).

A justificativa realizada na inscrição descreve muito da realidade profissional de cada professor brasileiro. Ao escrever nossas motivações, descrevemos o ser professor, aquele que ensina e que aprende, e que, apesar da realidade educacional de nosso país, não perde a esperança de fazer do Ensino de Física um ensino mais significativo para nossos educandos. Apresento um fragmento da minha justificativa:

*É na trajetória acadêmica e profissional que muitos dos meus saberes são construídos e permitem compreender as racionalidades da minha atuação docente. No que diz respeito aos saberes específicos de Física, poucas oportunidades têm sido ofertadas ou poucas condições para investir nessa formação contínua. Como professora da rede Estadual de Educação de Santa Catarina, tenho intimidade para falar da realidade educacional do meu Estado. Em sete anos como professora efetiva, as qualificações que realizei surgiram porque eu fui buscar as oportunidades. É certo que o professor tem que investir em sua formação, mas também é certo que o Estado, responsável pela qualidade da Educação, deve ofertar oportunidades. Se compararmos as esferas de educação, o fato é que os professores da esfera Federal de Educação têm à sua disposição uma gama de oportunidades de formação contínua e melhores condições de trabalho, enquanto os professores da rede Estadual de Santa Catarina não são contemplados com essas oportunidades. Então questiono: “A qualidade da educação não deveria ser a mesma para todos os educandos?” [...] (fragmento da justificativa).*

O fragmento da justificativa apresentado para inscrição ressalta alguns pontos em defesa da oferta de educação de qualidade para todas as esferas da educação. Julgo ser necessário o acesso de qualificação profissional de qualidade para todos os profissionais da educação, para que construam os saberes necessários à prática docente.

Para escrever o projeto das ações de divulgação do aprendido e vivido na Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa sobre Física de Partículas e áreas associadas é preciso analisar o que possivelmente vamos aprender com as aulas teóricas, práticas e as visitas ao CERN e no que poderemos contribuir para com a comunidade escolar. A partir desse momento, percebe-se que é possível ensinar além da Física Clássica, mas também a Física Moderna, que muitas vezes fica esquecida para os alunos do Ensino Médio. Como proposta de ação ao meu retorno propus que:

*O retorno à comunidade escolar inclui devolver todo conhecimento adquirido na Escola de Física, pois não há como negar que o CERN é uma fonte de informações científicas e tecnológicas. Atualmente a escola que exerço a docência e o Instituto Federal de Educação de Santa Catarina, por meio do PIBID, no qual sou professora supervisora, já desenvolvem projetos que organizam situações articuladas de aprendizagem aos educandos e, ao mesmo tempo, contribuem para a formação dos licenciandos em Física. Entre os projetos que estão em andamento temos: “Clube de Astronomia” e “Clube de foguete e de avião”. O projeto que proponho desenvolver quando retornar da Escola de Física é “Clube Física das Partículas”, com introdução de tópicos de partículas elementares. [...] (fragmento do projeto)*

O advento de um novo passo para a Ciência – o “Bóson de Higgs” – e o modo como as informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico são apresentados à sociedade fez com que o momento de elaborar o projeto de retorno da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa proporcionasse, nas palavras de Freire, “uma reflexão crítica sobre a prática”. São nossas motivações em movimento de procura das respostas para as perguntas que muitos de nos professores já fizemos: *Como são abordados tópicos de Física de Partículas? Esses são abordados? De que forma são tratados o desenvolvimento científico e tecnológico? Como é tratado o trabalho dos cientistas?*

O convite a esses questionamentos foi feito com objetivo de explicitar, reavaliar e eventualmente racionalizar sobre o tratamento do Ensino de Partículas Elementares nas escolas de Ensino Médio brasileiras. Realizando uma reflexão crítica sobre a prática, elaborei o projeto para a retomada das atividades na minha escola após o curso no CERN.

*Esse novo projeto proposto e os demais desenvolvidos justificam-se por estarem apoiados em assuntos que os professores têm dificuldade de abordar durante o período regular das aulas, ou muitas vezes são abordados de forma insuficiente, seja pelo currículo extenso e/ou por falta de tempo. Os participantes do “Clube Física das Partículas” terão oportunidade de contato com esses assuntos e eu estarei à disposição no projeto para responder e transmitir todas as informações abordadas e aprendidas na Escola de Física. [...] (fragmento do projeto)*

Sabe-se que muitas vezes é meramente impossível abordar todos os assuntos propostos para o Ensino de Física, mas é possível abordá-los de forma mais significativa, inclusive com tópicos de Física Moderna.

Certamente você já percebeu, por meio de leitura de jornais e revistas, assistindo a notícias na tevê ou mesmo lendo informações em outros meios de comunicação, como internet, que o tema Física Moderna tem sido abordado com frequência. Então, é esperado que as inclusões de abordagens sobre Ciência, descrição do trabalho científico, abordagem da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, abordagem de tópicos de Física de Partículas, sejam mais enriquecedoras à medida que os questionamentos dos educandos forem respondidos e instigados a mais perguntas.

Em função disso, compreendo que o professor deve estar preparado. É relevante a necessária reflexão sobre a prática docente atribuída principalmente por cursos de qualificação profissional de qualidade a todos os professores, mesmo porque o ofício de professor não pode acontecer sem pesquisa, sem busca pelo saber.

## **O resultado da seleção e alguns apontamentos**

O momento do resultado é único! É a partir desse momento, com todo apoio dos professores Nilson Garcia e Nelson Barrelo, que começamos a pensar nos detalhes da viagem. E, é claro, A euforia toma conta de nossos sentimentos! Nossa motivação para que tudo saia perfeito é saber que vamos realizar um dos melhores cursos de qualificação para professores de Física do Ensino Médio, nada menos do que num dos maiores e mais conceituados centros de pesquisa do mundo – o CERN.

Minha felicidade ficou completa quando foi confirmada nossa passagem também por Portugal para conhecer o trabalho do LIP de

Lisboa. A iniciativa do Brasil em responder a uma proposta do CERN de participar do programa de formação de professores contou com todo apoio do professor Pedro Abreu, do LIP de Lisboa. Já sabíamos antes da viagem que nossa passagem pelo LIP seria nossa pré-escola para que chegássemos mais preparados ao CERN.

Ao lançar um olhar sobre o cronograma do curso, logo verifiquei a dimensão do evento pela lista dos nomes dos palestrantes, enriquecida pelos nomes dos melhores profissionais na área de pesquisa que constituem o quadro de profissionais do CERN. Já estava lançada a possibilidade de visitar os experimentos, o centro de controle, o centro de computação e muitos outros locais, com possibilidades inovadoras de construção de conhecimento.

Quanto às visitas aos laboratórios, ainda não tínhamos o roteiro definido, mas as palestras<sup>1</sup> já podiam ser listadas com antecedência:

- \*Introdução ao Programa - Pedro Abreu
- \*Introdução ao CERN - José Carlos da Silva
- \*Introdução à Física de Partículas 1, 2, 3 - Filipe Rafael Joaquim
- \*Princípios básicos de detectores - André David
- \*Matéria e Antimatéria, LHC-b e a participação brasileira - Álvaro Gomes
- \*A experiência Atlas e mais umas coisas - José Ricardo Gonçalo
- \*Sistemas de aquisição de dados - Clara Gaspar
- \*Controlando aceleradores - Paulo Gomes
- \*Feixes iônicos contra o Câncer- Luís Peralta
- \*A Física de CMS e a participação portuguesa em CMS - João Varela
- \*Diretor do CERN para pesquisa e computação - Sergio Bertolucci
- \*Presente e futuro em Física de Partículas - Gaspar Barreira
- \*O lado escuro do Universo - Pedro Abreu
- \*Física de Partículas com aceleradores naturais - Pedro Abreu
- \*Visita virtual ao Atlas - Denis Damazio

Corroborando essas informações, foi confirmada antes da viagem a presença de 35 professores de Portugal, um de Cabo Verde, um de Moçambique, um de Angola e um de São Tomé e Príncipe. Foi um momento especial na vida dos professores selecionados, pela possibilidade de participação no curso, pela troca de informações científicas e culturais que iriam acontecer com os outros professores participantes e por viajar a outros países – Portugal e Suíça.

---

1 O programa completo do curso está disponível em: <<https://indico.cern.ch/event/319982/>>.

Por parte dos organizadores, a Escola de Física estava sendo muito bem preparada. Praticamente todos os dias recebíamos as orientações necessárias para a viagem, acomodações e preparação para o curso. Nesta conjectura, gostaria de lançar alguns questionamentos que, no meu olhar sobre o Ensino de Física em especial, justificam todo o desempenho dos organizadores para realizarem esse curso e o financiamento para os professores brasileiros: *A formação inicial dos professores foi suficiente para compreensão dos tópicos de partículas elementares? Os professores abordam tópicos de partículas elementares no Ensino Médio? Como os professores se mantêm atualizados em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico?*

Essas indicações são corroboradas pelo pensamento de Freire (2002), para quem a formação de professores deve ser repensada para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de uma consciência crítica, em que se associe a teoria com a prática para a produção de novos saberes. Desse modo, acredito que quando não se tem um investimento na consciência crítica pode haver uma estagnação/manutenção de práticas tradicionais deslocadas das necessidades de aprendizagem dos educandos e do contexto social atual. Novamente lanço mão de outro fragmento da minha justificativa para participar da Escola de Física.

*O grande colisor de prótons “Large Hadron Collider” (LHC) contribuiu para a construção do conhecimento científico, por isso, acredito que a Escola de Física será uma oportunidade de aquisição de novos conhecimentos e saberes pela visita aos experimentos e pela troca de experiências com outros profissionais. Essa qualificação alcançará sua magnitude no retorno do encontro, quando toda aprendizagem proporcionada pela Escola de Física será levada aos alunos, aos outros professores, à comunidade escolar e, aos pibidianos do IFSC, por meio do projeto a ser desenvolvido “Física de Partículas”. [...] (fragmento da justificativa)*

Nas últimas décadas, a área de Física de Partículas tem se desenvolvido significativamente, sendo, portanto, um importante tópico para fazer gama dos saberes docentes mobilizados pelos professores e ser abordado em sala de aula. As pesquisas sobre partículas elementares têm consolidado teorias fundamentais para constituição da matéria, para a compreensão mais plausível de que os prótons e nêutrons que constituem a matéria não são partículas fundamentais, mas constituí-

das por outras partículas elementares, e também para compreensão do surgimento do Universo.

*Por que compreendo que esse curso é fundamental para formação continuada dos professores, responsável por minha motivação em realizar a inscrição?*

Durante minha formação inicial, entrei em contato com os conhecimentos científicos e tecnológicos, porém compreendo que é preciso manter uma relação estreita entre professores e o progressivo desenvolvimento científico. Compreendo que é preciso um esforço para conseguir se manter atualizado em relação às divergências e aos avanços da Ciência nesse campo de conhecimento.

Os discursos e a compreensão mais plausível apontam que o Ensino de Física deve fomentar a aquisição de conhecimentos sobre Física Moderna, conhecimentos esses que permitam enfrentar as mudanças numa sociedade democrática, heterogênea, profundamente marcada pelos avanços científicos e tecnológicos. Por isso, é fundamental a promoção do Ensino de Física de Partículas.

Para Balthazar e Oliveira (2010), é possível o ensino da Estrutura Elementar da Matéria sem exigir profundos conhecimentos matemáticos, numa linguagem acessível aos alunos, que permita uma visão mais ampla da estrutura atômica. Mas para isso o professor deve estar devidamente preparado, pois ele é responsável por apresentar um entendimento de Ciência, de construção do conhecimento científico e tecnológico que tem influencia direta sobre nossa sociedade.

## **A preparação para a viagem, um momento de euforia e tensão**

Ainda posso descrever os primeiros momentos após saber do resultado da seleção. Fiz alguns questionamentos: Quanto tempo demora o passaporte? Vou conseguir fazê-lo a tempo da viagem? Vou conseguir autorização da Secretaria de Estado da Educação para afastamento?

Tudo tem que ser muito rápido! Num primeiro contato por meio do *site* da Polícia Federal para agendar horário para providenciar o passaporte, só havia horário disponível para providenciá-lo para depois da data prevista da viagem. Mas, explicando toda situação para o agente de polícia, fui informada que alguns horários são disponibilizados de um dia para outro. Aproveitando esses horários que são disponibilizados,

consegui fazer meu passaporte com bastante antecedência da viagem. Foi uma solução para mim, porque, passadas duas semanas, eu já estava com o passaporte em mãos.

A tensão de todo processo de organização para viagem aconteceu quando entrei em contato com a Secretaria de Estado da Educação para iniciar o pedido de autorização de afastamento para o curso. Logo no primeiro contato, ouvi a informação que não seria possível, pois naquele momento os professores da Rede Estadual de Educação não tinham autorização para afastamento para realizar cursos de formação continuada ou mesmo licença para cursos de mestrado e doutorado. Mesmo sendo professora há sete anos na esfera estadual, precisei entrar com Processo Judicial para garantir meu afastamento após receber indeferido o processo administrativo.

Nesse momento de preparação, você se sente abandonada pela administração pública, porque ninguém sugere resolver seu problema, apenas falam palavras soltas. Não é possível, o Estado não autoriza. Que pena, nós entendemos que o curso é muito importante e com certeza de boa qualidade!

Por outro lado, contei com uma torcida muito otimista e preocupada de familiares e amigos, que compartilhavam minha euforia com a viagem e minha preocupação para que tudo estivesse organizado. Passados alguns dias, por via judicial foi deferido meu pedido para afastamento. Tal procedimento foi possível apelando pela via judicial, pois o afastamento para qualificação profissional dos professores é um direito garantido pela LDB.

No mês de outubro de 2014, o Governo do Estado de Santa Catarina se pronunciou assumindo o compromisso de ofertar aos professores da Rede Estadual de Educação o direito ao afastamento para mestrado e doutorado. A proposta para o primeiro edital é de 38 licenças para cursar mestrado e outras seis para doutorado para todo Estado de Santa Catarina. Além de ser um número muito pequeno de vagas, visto que contamos com aproximadamente 50 mil profissionais da educação no Estado, o governo não se pronuncia sobre afastamento para cursos de aperfeiçoamento, como esse da proposta da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa.

Todos que estão à sua volta compartilham esse momento sensacional de ser selecionada para um curso, que não é apenas mais um... é uma Escola de Física para professores no CERN. E todos perguntam: *Você vai para Portugal e Suíça? Como? Quando? O que vai fazer? O que*

*é o CERN? É aquele da partícula de Deus? Não é perigoso? Como você foi selecionada?* Então, respondo a essa pergunta: pelo currículo, pelo projeto, pela justificativa, por ser professora de Física do Ensino Médio, por ser professora supervisora do PIBID, enfim... Aí muitas vezes você ouve: Que sorte!!!!!! Bom... essa parte às vezes é complicado de ouvir, você faz toda a seleção, se preparou há muito tempo para isso... isso é sorte?

A postura profissional da coordenação era surpreendente, a atenção aos detalhes e a preocupação para que todos aproveitassem ao máximo a Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa sobre Física de Partículas e áreas associadas. Eu não imaginava que, sendo professora de uma escola de 800 alunos, que fica localizada numa cidade de 10.000 habitantes no Sul de Santa Catarina, pudesse ser selecionada para um evento dessa dimensão. A forma como foi realizada a seleção e os critérios estabelecidos permitiram que isso fosse possível. Afinal, os professores de escolas públicas, do Ensino Médio, e não apenas das capitais e das Universidades, também devem ser contemplados com cursos de qualificação profissional de boa qualidade.

Além da minha participação no curso ser divulgada de boca em boca por familiares, amigos e demais pessoas da região, participei de entrevista a um jornal da região.

**Sonho realizado no CERN**

A professora de física e mestre Karine dos Santos Coelho foi a única catarinense selecionada para um curso de capacitação em Física de Partículas no Centro Europeu de Pesquisa Nuclear (CERN, da sigla em inglês), em Genebra, na Suíça, o maior, melhor e mais moderno laboratório de física do planeta. Karine viaja nesta terça-feira e retorna dia 31. Ela concorreu em um edital nacional com professores do Brasil inteiro e foi a única catarinense selecionada com outras 29 professoras. Formada há nove anos pela Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul) de Tubarão e com mestrado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina de Florianópolis, a professora hoje mora e trabalha no Arroio do Silva. Na Escola Estadual Apolônio Ireno Cardoso desenvolve dois projetos paralelos às aulas regulares: o Clube de Astronomia e o Clube de Foguetes. Para ganhar a viagem ao CERN, a professora apresentou um projeto para criação de um Clube de Física de Partículas. "Estou eufórica! Ainda não caiu a ficha que vou conhecer o CERN! É o sonho de todo físico trabalhar lá ou pelo menos conhecer. O laboratório é muito restrito", empolga-se Karine. O CERN, uma organização europeia para pesquisa nuclear, fica na fronteira entre França e Suíça e possui o maior acelerador de partículas do mundo, construído a cem metros abaixo da terra.

**FONTE: Correio do Sul**

É uma oportunidade única de se conhecer um dos maiores, senão o maior, complexo de pesquisa de Física de Partículas e áreas associadas do mundo. Minha escola estadual não tem condições de financiar uma qualificação profissional desse porte. Só tenho agradecer à SBF e à CAPES pela oportunidade.

Durante a preparação para viagem, os trinta professores selecionados mantiveram contato o tempo todo, tirando dúvidas e dividindo nossos momentos de euforia. Paralelo, eu estava na atividade de professora 40 horas por semana, então era muita correria. Também comecei um estudo sobre a proposta do curso e os assuntos que iriam ser abordados no evento. Pois ninguém queria fazer feio! Já podíamos compreender que o curso seria intenso e estimulante para a busca de conhecimento sobre Física de Partículas e áreas associadas.

Trocamos muitas informações para nos ater aos detalhes, sobre moeda, câmbio, roupa, estação, clima, passaporte, cartão internacional, cartão de viagem, declaração para viagem, espaço da mala, idioma, encontro no aeroporto.

O professor Nilson recomendou algumas leituras, que por sinal foram fundamentais para atualização dos assuntos sobre Física de Partículas. Essa recomendação de estudo anterior é fundamental porque o cronograma de atividades é intenso, o que exige rapidez para aproveitar todas as informações novas.

Algumas leituras recomendadas foram: a dissertação de mestrado da professora Lisiane Araújo Pinheiro, que já havia ido ao CERN. Ela defendeu uma proposta de trabalho interessante para os professores, intitulada: **Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje**. Ela aborda todo contexto histórico sobre a constituição da matéria, desde a primeira concepção sobre átomo até os indivisíveis de hoje, as partículas elementares. Também sugere algumas atividades para o ensino mais significativo sobre Partículas Elementares.

O livro **O discreto charme das partículas elementares**, da professora Cristina Abdala, foi fundamental para o discernimento da classificação das partículas, denominações, organização do Modelo Padrão e suas interações fundamentais.

Outras informações sobre a Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa também puderam ser acessadas na página do CERN. Temos todas as informações abordadas nos cursos de 2014, 2013, 2012 e 2011. Além disso, temos disponível uma gama de trabalhos publicados

pelos professores que participaram do curso nos anos anteriores em *blogs*, eventos e revistas científicas. E temos também uma página oficial da Escola de Física CERN<sup>2</sup> e uma página no Facebook<sup>3</sup>.

## Minhas recomendações

Espero que esse trabalho contribua como subsídio para os próximos professores que almejam realizar a inscrição e organização da viagem ao CERN. É meu depoimento amarrando sentimentos, motivações, organização e tempo.

Sugiro que os professores que pretendem realizar a inscrição aproveitem as dicas de leituras mencionadas e as contribuições para inscrição e organização da viagem. Sei das peculiaridades regionais, da realidade educacional de cada escola, mas espero que os professores de Física do Ensino Médio não desistam com os obstáculos.

Encorajo a todos a se inscreverem para a seleção. Não só porque fui selecionada, mas porque tenho confiança no processo de seleção e organização. Essa oportunidade de realizar o curso ficará marcada para sempre em nossa memória de professor que ensina e que aprende.

Se queremos que os alunos compreendam os fatos e informações abordados pelos meios de comunicação relacionados à Física Moderna, então também é nossa a responsabilidade de buscar qualificação profissional.

Ai daqueles que pararem com sua capacidade de sonhar, de invejar sua coragem de anunciar e denunciar. Ai daqueles que, em lugar de visitar de vez em quando o amanhã pelo profundo engajamento com o hoje, com o aqui e o agora, se atrelarem a um passado de exploração e de rotina (FREIRE, 2002).

## Referências

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

BALTHAZAR, Wagner Franklin; OLIVEIRA, Alexandre Lopes de. **Partículas elementares no Ensino Médio**: uma abordagem a partir do LHC. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

---

2 <[www.sbfisica.org.br/escolacern](http://www.sbfisica.org.br/escolacern)>.

3 <[www.facebook.com/sbfisicacern](http://www.facebook.com/sbfisicacern)>.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)**, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

ESCOLA DE FÍSICA PARA PROFESSORES DE LINGUA PORTUGUESA NO CERN. Disponível em: <<https://indico.cern.ch/event>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

FREIRE. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

PINHEIRO, Lisiane Araujo; COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. **Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje**. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22\\_v6\\_pinheiro\\_costa\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22_v6_pinheiro_costa_moreira.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2014.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

# REPLANEJAMENTO DE CURSO E SEU SENTIDO PRÉ CERN

---

Danila Ribeiro\*

## Apresentação

### Nicão e eu

**D**edico algumas linhas para apresentar a preciosa história que, desde 2011, construo num ambiente incrível localizado na cidade de São Paulo, conhecido como Escola Estadual Prof. Andrônico de Mello, carinhosamente chamado de “Nicão”. Lá temos apenas turmas de ensino médio. Em 2014, o Nicão teve um total de 40 turmas da 1ª à 3ª série do ensino médio.

Essa escola tem trazido cada vez mais à tona um lado de meu ser como nenhum outro elemento da minha história o fez: minha responsabilidade social quanto à educação pública, o que, além de tantas outras coisas, tem feito reafirmar-me como pesquisadora das relações das quais ali participo e desta arte que considero ser o ensino de Física para adolescentes.

Dois anos após começar a trabalhar no Nicão, ingressei no Mestrado em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação Interunidades da USP, passando a fazer parte do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Complexidade (ECCo). A partir daí, passei a ter contato com

---

\* Escola de Física CERN 2014.

referenciais teóricos no campo do Materialismo Dialético e da Teoria Sócio-Histórica da Atividade, o que promoveu ampliação de minha consciência, fazendo-me questionar meu papel de professora de Física.

Para mim é cada vez mais clara a relevância social de meu trabalho na educação pública e, conforme aumenta essa consciência, busco mais respostas sobre o papel do ensino de Física na sociedade na qual estou inserida. Foi imbuída desse tipo de reflexão que me debrucei sobre o planejamento de aulas sobre Física Moderna para meus 205 alunos da terceira série do ensino médio no Nicão. No meio do caminho viria a desejada viagem de visita ao CERN.

## **Nosso contexto real**

Para compreensão da proposta de ensino e das ações que desenvolvemos, julgo necessária uma contextualização do leitor quanto às condições reais que tive de considerar para formulação de uma proposta de trabalho. Para tanto, descrevo nos tópicos a seguir algumas características de meu contexto de trabalho.

### ***Número de alunos por sala***

As turmas nas escolas estaduais de São Paulo são formadas com 40 alunos ou mais. Há um controle relativamente rígido do Estado quanto à evasão, de modo que, em determinado período do início do ano, quando uma turma apresenta um considerável número de alunos evadidos ou transferidos para outras escolas, a escola recebe ordem da Diretoria de Ensino para fechar a turma e redistribuir os alunos por outras turmas, o que causa grande transtorno nas grades horárias dos professores, podendo levar alguns a perderem seu posto de trabalho. Esse fenômeno ocorreu em minha escola.

### ***Quantidade e duração das aulas de Física***

No Estado de São Paulo, a grade horária de Física incorpora apenas duas aulas semanais, de 50 minutos nos períodos matutino e vespertino e 45 minutos no período noturno.

### ***Espaço físico***

O Nicão possui um grande corredor no andar superior, onde estão distribuídos: 14 salas de aula, equipadas apenas com uma lousa

convencional, com capacidade para até 50 conjuntos de mesas e cadeiras, dispostas em fileiras; um laboratório de ciências equipado com bancadas, peças e equipamentos muito antigos, vidrarias e reagentes químicos; uma biblioteca, conhecida como sala de leitura; uma sala com cerca de 20 computadores, no projeto chamado “Acessa São Paulo”, programa de inclusão digital do Governo do Estado de São Paulo, que oferece para a população do Estado e alunos da escola acesso a computadores e internet. O acesso a esse piso é possível somente por três escadas.

No térreo há: uma sala de aula, onde foi montada turma com alunos cadeirantes ou demais portadores de dificuldades de locomoção; uma sala de Artes com lousa e armários; uma sala usada para depósito de livros ou para uso de grupos de estudos de reforço escolar; um auditório equipado com *kit* multimídia, cadeiras almofadadas e um pequeno palco; pátio; uma lanchonete; uma cozinha. No espaço da entrada há uma quadra coberta; uma quadra não coberta; estacionamento para funcionários e um amplo espaço verde com horta e muitas árvores.

### ***Perfis dos alunos***

Por sua localização, tamanho e história, o Nicão admite alunos vindos de diversas regiões da cidade, próximas ou mais afastadas do bairro. No turno vespertino as turmas são exclusivamente de 1ª série. No matutino, são distribuídas turmas de 2ª série e 3ª série, esta sempre em número menor de turmas. No turno noturno, há turmas das três séries, compostas predominantemente por estudantes que trabalham. No ano da viagem ao CERN, trabalhei apenas com cinco das sete turmas de 3ª série do período matutino.

### ***Currículo, materiais didáticos e avaliações***

Desde que ingressei no Estado, sempre tive total autonomia para elaboração do planejamento anual de aulas, que pode ser feito junto com outros colegas professores da disciplina. Sempre segui, em linhas gerais, a sequência tradicional: Mecânica na 1ª série, Termologia, Ótica e Ondulatória na 2ª série, e Eletromagnetismo na 3ª série. Para preparo das aulas nunca me prendi a um material em particular.

De três em três anos, as escolas públicas recebem gratuitamente livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), em quantidade suficiente para cada aluno. No último triênio a coleção de Física usada no Nicão foi “Curso de Física”, de Máximo e Alvarenga (2011).

Além disso, o Governo do Estado de São Paulo distribui semestralmente, também em quantidade suficiente para cada aluno, o “Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo”, por disciplina. Esse material consiste em apostilas com textos e tarefas a serem realizadas pelos alunos, que não seguem necessariamente a sequência de conteúdos do livro didático. Frequentemente, em reuniões com gestores da escola e/ou Diretoria de Ensino, ele é apresentado ora como um material facultativo, de apoio ao trabalho do professor, ora como material obrigatório a ser usado pelo professor em função do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

O SARESP é constituído de provas com questões de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e redação, aplicadas para alunos do 2º, 3º, 5º, 7º e 9º anos do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. O objetivo é obter um diagnóstico da escolaridade básica e resultados que integram o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (IDESP). Após a prova, os alunos não podem levar consigo o caderno de questões, os professores não podem ter acesso às provas e as mesmas não são divulgadas.

Entre meus alunos do Nicão há considerável participação no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e, em menor escala, no exame vestibular da Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST), por meio do qual se dá o ingresso na Universidade de São Paulo (USP).

Não há uma estrutura institucionalizada de ação que promova um diálogo entre esses materiais didáticos e avaliações. Esse fato acaba permitindo que o professor tenha ainda mais autonomia de planejamento e ação em sala de aula.

## **Física Moderna e tomada de consciência**

Em 2014, dentro de meu planejamento anual de aulas, reservei o segundo semestre para explorar o tema “Física Moderna”. No início do semestre eu já sabia que havia sido selecionada para a “Escola para Professores de Física no CERN” do mesmo ano. Então, repensei o planejamento tendo em vista a viagem, que seria no mês de agosto.

No início do 3º bimestre do ano letivo, aproximadamente um mês antes da viagem, planejei uma sequência de ações, para, em seguida, anunciar aos alunos minha futura ida ao CERN. Apresento em primeira pessoa um relato dessas ações nos tópicos que se seguem.

## Ação 1: Um papo sobre morte e ciência

Anunciei aos alunos que teríamos um diálogo após a leitura de um texto de Denise Fraga. Publicado na **Folha de São Paulo**, em 3 de agosto do mesmo, ano com o título “Química, pra que te quero?”, o texto causou polêmica no meio acadêmico por apresentar críticas sobre o ensino especializado oferecido nas escolas, especificamente sobre Química. Li o texto para eles, depois expus brevemente minha opinião e deixei que eles fizessem o mesmo. Em seguida, disse a eles que gostaria de dialogar sobre morte. Percebi de imediato que causei surpresa.

Uma semana antes, ocorreu o falecimento do secretário e zelador da escola, pessoa muito querida entre os alunos. Em seu enterro estiveram muitos alunos e ex-alunos do Nicão. Quando eu mencionei sua morte, estabeleceu-se um clima de silêncio e muito respeito enquanto falava como eu encarava a morte e como vejo a relação entre tempo, vida, ciência e estudos.

Os alunos ficaram visivelmente muito reflexivos. Destaquei isso, e disse que esses momentos de silêncio, de parada para reflexão, são preciosos para revermos nossas atitudes diante da vida e de nosso trabalho, para reafirmarmos quem queremos ser no mundo. Disse a eles que o tempo de vida é tudo o que temos para construir algo em nossa existência, que esse tempo precisa ser bem aproveitado e que, já que temos a obrigação de ir pra a escola, o gasto de tempo que ali aplicamos deve ser bem investido, deve fazer sentido. Com esse pensamento convidei-os a participarem ativamente no processo de planejamento do curso de Física Moderna juntamente comigo, com a consciência de que temos a obrigação e o privilégio de fazermos valer a pena. Anunciei que na aula seguinte faria uma proposta nesse sentido.

## Ação 2: Breve exposição sobre Física Moderna

No início da aula situei os alunos no panorama do ensino de Física para a 3ª série do ensino médio como conheço tradicionalmente e como desenvolvemos ao longo do 1º semestre:



Comecei explicando a eles a diferença entre Física Clássica e Física Moderna. Com o único objetivo de traçar linhas gerais para situá-los historicamente, mencionei que a primeira se refere aos conhecimentos físicos fundamentados nas leis de Newton, sendo, por isso, chamada Física Newtoniana, e que em determinado momento da história ficou claro que ela não dava conta de responder muitas questões que se apresentavam na natureza.

Citei o trabalho de Albert Einstein e físicos de sua geração, que propuseram novos estudos além dos fundamentos propiciados pela Física Clássica. Enfatizei que isso não significa que os fundamentos da Física Clássica estavam errados, mas que não eram suficientes para explicar alguns fenômenos físicos em condições específicas. Então apresentei com destaque os estudos feitos no final do século XIX e início do século XX, que permitiram elaborar uma Física que dá conta de explicar fenômenos que envolvem velocidades próximas à da luz. Essa “nova Física” passaria a ser conhecida como Física Moderna, sendo dividida entre dois campos de conhecimento: “Relatividade” e “Física Quântica”.

Mencionei em linhas gerais os estudos que são feitos sobre o “microcosmos” e o “nanocosmos”, aplicações no campo da Física Médica como radioterapias, nanotecnologia, avanços do que chamei de “geração *wi-fi*”, integrante de um mundo onde podemos nos comunicar a longas distâncias via transmissão de ondas eletromagnéticas. Procurei mostrar aos alunos que todos os avanços dessa natureza só foram possíveis com o desenvolvimento das pesquisas científicas em Física, que, muitos deles, pensam não ter aplicação cotidiana e, por isso não mereceriam ser estudadas na escola. Reportei-me ao texto de Denise Fraga. Vários alunos apresentaram manifestações de surpresa e admiração pela abordagem.

Propus aos alunos um convite para participarem da elaboração do planejamento de estudo de Física Moderna no 2º semestre. Para tanto, apresentei a eles o panorama do currículo escolar na rede estadual de São Paulo, conforme descrevi no início deste texto.

Provoquei-lhes com a seguinte pergunta: Sabendo que temos apenas dois encontros semanais, que sequência devemos seguir? A do livro didático? A do material de apoio do Estado de São Paulo? O conteúdo cobrado no ENEM? O cobrado na FUVEST? O conteúdo (que não conhecemos) cobrado no SARESP? Outros?

Com essa provocação, procurei despertar o engajamento deles na escolha de um bom uso de nosso tempo em sala de aula e da possibi-

lidade de juntos discutirmos temas de Física Moderna. Em linhas gerais, mostrei-lhes que estava dando a eles a oportunidade de pensarem num curso em que tratássemos assuntos cujo estudo realmente fizesse algum sentido para eles.

### **Ação 3: Planejamento democrático com os alunos – Questionário sobre estudo, ciência e Física Moderna**

Elaborei uma tarefa, a ser entregue pelos alunos, para despertar seu interesse no tema de Física Moderna e convocá-los a participarem do meu planejamento do curso. Para fazer um levantamento dos assuntos de seu interesse e fazê-los refletirem e se expressarem sobre o sentido e a importância de se estudar Física Moderna, propus o questionário que segue. As respostas poderiam ser dadas de forma livre em estilo de redação, ou pergunta a pergunta, como eles achassem melhor para fluidez de suas ideias.

#### **Atividade introdutória ao curso de Física Moderna**

- 1) Expresse como você vê a importância para sua vida de saber/estudar sobre a matéria de que tudo é feito, a origem e fim de tudo que existe.
- 2) Fale sobre sua relação pessoal com o conhecimento científico.
- 3) Indique o(s) tópico(s) escolhido(s) na tarefa para casa. Explique por que esse assunto é caro para você.
- 4) Relacione dúvidas e angústias sobre esse e/ou outros temas correlatos.

O item 3 se refere a uma tarefa dada anteriormente de fazerem um passeio pelo capítulo do livro didático sobre Física Moderna e destacarem temas pessoalmente interessantes.

A seguir apresento alguns trechos das respostas dadas por alguns alunos (identificados por nomes fictícios), as quais, dado o teor de personalidade, foram muito caras para mim.

***Questão 1: Expresse como você vê a importância para sua vida de saber/estudar sobre a matéria de que tudo é feito, a origem e fim de tudo que existe.***

No passado, o ser humano não compreendia o mundo ao seu redor e isso acabava dificultando a forma como se relacionava

com os demais. Conforme o passar dos tempos, com o avanço da ciência, ele pôde modificar, por assim dizer, os seus tratos com outros, entender parcialmente o universo que ele fazia parte apesar de sua pequenez em relação ao seu meio.

...

A única certeza que possuo é: o “talvez” faz com que fiquemos inquietos à medida que buscamos a certeza. Uma vez li em algum lugar: as dúvidas movimentam o mundo, não as respostas.

...

Saber as respostas é importante, mas não tanto quanto minhas dúvidas, pois são elas que me levam a pensar, refletir por horas ou dias. (Carol)

Eu acho que quando buscamos saber sobre o que acontece ao nosso redor, ou os motivos de haver o nosso ao redor, estamos aplacando uma curiosidade naturalmente humana. Nós preocupamos porque temos dúvida, ou almejo saber por que tenho dúvidas. (Teresa)

Às vezes me pego pensando “Como e por que estou nesse mundo? Como vim parar aqui?” e nunca tenho resposta. Acho importante saber disso para que, quando eu pensar na possibilidade de ser um computador programado, eu tenha em mente outro lado da história. Não necessariamente estudar isso vai me tirar a ideia de poder ser um computador, mas talvez acalme essa angústia. Deus, Big Bang... No que acreditar se não souber do que se trata? (Samara)

A importância de saber/estudar sobre a origem e o fim de tudo, na minha opinião, é ter argumentos sobre isso, mesmo sem ter a resposta final, os argumentos nos ajudam em uma conversa, por exemplo. (Ezinaldo)

Bom para mim é muito importante tentar entender como tudo é feito, gosto de esclarecer minhas questões tentar compreender as coisas ao meu redor. (Leandro)

## ***Questão 2: Fale sobre sua relação pessoal com o conhecimento científico.***

Não temos uma relação muito achegada. Às vezes eu leio sobre teorias, algo que realmente em chama atenção é astronomia e sabendo da existência de tantas galáxias chego a me questionar qual é o objetivo delas estarem ali. No céu são belas e

quase que dançam ao som de uma sinfonia infinita. Mas para que existem?

...

Com relação a fórmulas, números e matemática, vamos de mal a pior. Mas tirando esse pequeno problema, gostaria de falar que a parte teórica realmente me intriga e me leva até a questionar o que vou fazer da minha vida daqui para frente, que profissão vou seguir e se minhas escolhas podem ser ou não certas. (Carol)

As ciências, em geral, as naturais, têm uma capacidade incrível de revelar Deus em si. O Universo proclama o seu Criador. A minha relação mais próxima com as ciências naturais, é, realmente, ver Deus.

Cada partícula, cada átomo, célula, é tão abstrato, tão perfeitamente formado e completo. Enfim, sinto-me maravilhada diante da natureza. (Teresa)

O conhecimento científico é uma mistura de informação, nos ajuda a ter uma ideia de como as coisas surgiram, o porquê de algumas coisas e por que tem que ser daquela forma, nos ajuda no nosso dia a dia. (Leandro)

***Questão 3: Indique o(s) tópico(s) escolhido(s) na tarefa para casa. Explique por que esse assunto é caro para você.***

Todos são interessantes, mas em especial a Teoria da Relatividade. Eu li um pouco sobre o assunto no livro e em alguns sites, coloquei até um livro na minha lista de leitura ("O Universo Elegante")...

Também aquela ideia que tudo vibra e por isso existem ou podem existir brechas para algo além do tridimensional. Acho que se tudo isso for real seríamos capazes de conhecer tudo aquilo que está além do nosso entendimento hoje e aí aquela questão de estarmos preparados para respostas. (Carol)

Com certeza, há dois assuntos específicos que eu adoraria estudar sobre. COSMOS, BÓSON DE HIGGS (não sei como escreve), porque são dois assuntos simplesmente fascinantes, mas não sei muito sobre ambos. Então, eu adoraria aprender sobre esses assuntos. (Teresa)

Física Quântica – Esse assunto me interessou muito porque é algo meio que misterioso, me faz querer saber mais sobre o assunto, é um mundo onde nada é certo, é um mundo de pro-

babilidades, onde procuramos uma teoria para tudo, mas isso está além de nós. (Leandro)

#### ***Questão 4: Relacione dúvidas e angústias sobre esse e/ou outros temas correlatos.***

Se tudo surgiu graças à partícula de Deus, de onde ela veio? (Daniela)

Acredito que física é uma matéria que tenta, não sozinha, mas com ajuda de outras disciplinas também. Tenta explicar nossa origem neste mundo. Mas afinal o que é este mundo? Como que em uma planeta com milhões de espécies diferentes, só nos seres humanos temos a capacidade de questionar, criar conceitos, filosofias ou até mesmo criar teorias? Por que não vivemos em função de nossos instintos como nossos cães e gatos? (Pâmela)

Tem umas questões em especial que eu gostaria de tentar descobrir: Qual será o destino de nosso universo? Por que existe o Bóson de Higgs? De onde vêm os neutrinos? (Leandro)

Teoria de tudo. 12 partículas. 4 forças da natureza. LHC (Marina)

Diversos alunos apresentaram suas respostas englobando, num único texto, as quatro perguntas.

#### **Ação 4: Vídeos para provocação – Quem somos no universo? O que o CERN tem a ver com isso.**

Antes da viagem, regi em cada turma uma aula com uma sequência de vídeos, que eu anunciei como “Sessão Pipoca”. A seguir, relato como foi o uso feito desses vídeos, bem como objetivos e resultados alcançados. Com ajuda de um aluno, assistimos aos vídeos a cada comando dado por mim: “Apagar as luzes”.

#### ***“Apagar as luzes. Vídeo 1”: mundo físico, Física e Matemática***

Ao som de “*Often a Bird*”, do piano de Wim Mertens, os alunos assistiram a um vídeo editado com uma sequência imagética dinâmica

de elementos da natureza em que a matemática é mostrada como estando presente em relações de perfeita simetria: a sequência Fibonacci dando origem à estrutura de uma concha do mar; a regra áurea em graus formando o miolo de um girassol; a simetria perfeita das divisões que formam as asas e a cabeça de um libélula.

Ao acender as luzes, destaquei aos alunos que, não bastasse a vastidão do mundo físico, desde o micro ao macrocosmos, ele ainda guarda relações perfeitamente simétricas e calculáveis, com a presença de constantes numéricas em vários campos da ciência. Relembrei uma conversa anterior que tivemos sobre a importância da Matemática no campo da Física para que esta tenha o reconhecido *status* de ciência. A essa altura eu já ouvia comentários surpresos acerca de aspectos que aqui eu sintetizo como a forma como vários ramos do conhecimento estão necessariamente relacionados com o mundo físico, numa dinâmica de relações que se permite conhecer pelo racionalismo afetivo – ou afetividade racional – humano.

Com o título de “*Nature by Numbers*”, o vídeo é encontrado no Youtube com o nome “Matemática e Natureza – Sequência de números de Fibonacci e demais leis que regem o mundo”, no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=XjOUoLfoLo8>>.

Ao fim do vídeo, anunciei que, na sequência, eles teriam uma ideia de como os cientistas têm trabalhado para investigar essa imensidão de mundo.

### **“Apagar as luzes. Vídeo 2”: mundo quântico**

Nesse momento, os alunos assistiram a um dos vídeos do “*Symphony of Science*”, projeto musical de John Boswell que edita frases ditas em palestras e documentários de cientistas como Brian Cox, Stephen Hawking, entre outros, para produzir uma música. Essa música sintetiza as bases das teorias do mundo quântico que movem as atuais pesquisas sobre o microcosmo. A seguir apresento a letra, original e traduzida.

| <b>The Quantum World</b>  | <b>O Mundo Quântico</b>  |
|---|--|
| <p>[Morgan Freeman]<br/>           So, what are we really made of?<br/>           Dig deep inside the atom<br/>           and you'll find tiny particles<br/>           Held together by invisible forces</p> | <p>Então... Do que nós realmente somos feitos?<br/>           Procure fundo dentro do átomo<br/>           E você encontrará minúsculas partículas<br/>           Mantidas juntas por forças invisíveis.</p> |
| <p>Everything is made up<br/>           Of tiny packets of energy<br/>           Born in cosmic furnaces</p>  | <p>Tudo é feito<br/>           De pequenos pacotes de energia<br/>           Nascidos em fornos cósmicos.</p>  |
| <p>[Frank Close]<br/>           The atoms that we're made of have<br/>           Negatively charged electrons<br/>           Whirling around a big bulky nucleus</p>  | <p>Os átomos que somos feitos têm<br/>           Elétrons carregados negativamente<br/>           Girando em torno de um núcleo grande<br/>           e volumoso.</p>  |
| <p>[Michio Kaku]<br/>           The Quantum Theory<br/>           Offers a very different explanation<br/>           Of our world</p>   | <p>A Teoria Quântica<br/>           Oferece uma explicação muito diferente<br/>           Do nosso mundo.</p>  |
| <p>[Brian Cox]<br/>           The universe is made of<br/>           Twelve particles of matter<br/>           Four forces of nature</p>  | <p>O universo é feito de<br/>           Doze partículas de matéria<br/>           Quatro forças da natureza.</p>   |
| <p>That's a wonderful and significant story</p>   | <p>Essa é uma história maravilhosa e significativa.</p>  |
| <p>[Richard Feynman]<br/>           Suppose that little things<br/>           Behaved very differently<br/>           Than anything big</p>   | <p>Supõe-se que coisas pequenas<br/>           Comportam-se muito diferente<br/>           Do que qualquer coisa grande.</p>   |
| <p>Nothing's really as it seems<br/>           It's so wonderfully different<br/>           Than anything big</p>   | <p>Nada é realmente o que parece.<br/>           É tão maravilhosamente diferente<br/>           Do que qualquer coisa grande!</p>   |
| <p>The world is a dynamic mess<br/>           Of jiggling things<br/>           It's hard to believe</p>  | <p>O mundo é uma bagunça dinâmica<br/>           De coisas sacudindo!<br/>           É difícil de acreditar</p>  |
| <p>[Kaku]<br/>           The quantum theory<br/>           Is so strange and bizarre<br/>           Even Einstein couldn't get his head around it</p>   | <p>Que a Teoria Quântica<br/>           É tão estranha e bizarra<br/>           Até Einstein não conseguia compreender.</p>  |
| <p>[Cox]<br/>           In the quantum world<br/>           The world of particles<br/>           Nothing is certain<br/>           It's a world of probabilities</p>   | <p>No mundo quântico,<br/>           O mundo de partículas,<br/>           Nada é certo.<br/>           É um mundo de probabilidades.</p>  |
| <p>(refrain)</p>  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Feynman]<br/>         It's very hard to imagine<br/>         All the crazy things<br/>         That things really are like</p> <p>Electrons act like waves<br/>         [No they don't exactly<br/>         They act like particles<br/>         No they don't exactly</p> <p>[Stephen Hawking]<br/>         We need a theory of everything<br/>         Which is still just beyond our grasp<br/>         We need a theory of everything, perhaps<br/>         The ultimate triumph of science</p> <p>(refrain)</p> <p>[Feynman]<br/>         I gotta stop somewhere<br/>         I'll leave you something to imagine</p> | <p>É muito difícil de imaginar<br/>         Todas as coisas loucas<br/>         Que as coisas realmente são</p> <p>Elétrons agem como ondas.<br/>         Não eles não agem exatamente.<br/>         Eles agem como partículas.<br/>         Não eles não agem exatamente.</p> <p>Nós precisamos de uma teoria de tudo<br/>         Que ainda está além da nossa compreensão<br/>         Nós precisamos de uma teoria de tudo<br/>         Talvez o triunfo final<br/>         O triunfo final da ciência.</p> <p>Eu preciso parar em algum lugar...<br/>         Deixarei algo para você imaginar!</p> |
|---|--|

Ao acender as luzes, destaquei alguns itens mencionados na letra e fiz um levantamento de dúvidas dos alunos. Alguns destaques nos comentários dos alunos foram: o assombro como pequenas partículas que formam coisas grandes se comportarem fisicamente diferente de coisas grandes; a “crença” que os cientistas têm em partículas que nunca viram; como esses conhecimentos são difíceis de entender e imaginar – sobre isso um aluno disse “se Einstein não conseguia entender, como conseguiremos?”!; não há certeza sobre certezas, mas certezas sobre probabilidades – um aluno ficou especialmente surpreso com essa característica da Física. Ele entendeu que a certeza científica é fundamentada na Estatística.

O vídeo é encontrado com o título “O Mundo Quântico – Sinfonia da Ciência” no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=K3LwJmfUkDo>>.

### ***“Apagar as luzes. Vídeo 3”: o CERN***

Nesse momento, acreditei que os alunos já estavam situados no contexto de busca científica, para poderem entender o papel do CERN na ciência básica. Então eles assistiram ao vídeo “CERN Experiment”, que traz uma síntese dos experimentos lá realizados.

Ao acender das luzes, alguns alunos disseram não ter entendido bem o que é feito lá, mas vários passaram a conhecer a magnitude

da estrutura necessária para que o homem acesse o interior do átomo. A circunferência do LHC surpreendeu a muitos.

O vídeo é encontrado no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=PJ2q8WUire0>>.

### **“Apagar as luzes. Vídeos 4 e 5”: Rap no LHC**

Após ouvir alguns comentários do tipo “minha cabeça está fundindo!”, disse a eles que, apesar desse tipo de pesquisa exigir muito esforço mental e estudo, é possível se divertir. Então eles assistiram ao rap do LHC, criado pela jornalista científica Kate McAlpine, para explicar o funcionamento do LHC de forma didática para leigos.

| <b>The Large Hadron Rap</b>   | <b>O Rap do Grande Hádron</b>  |
|---|--|
| <p>Twenty-seven kilometers of tunnel under ground<br/>Designed with mind to send protons around<br/>A circle that crosses through Switzerland and France<br/>Sixty nations contribute to scientific advance<br/>Two beams of protons swing round, through the ring they ride</p> <p>’Til in the hearts of the detectors, they’re made to collide<br/>And all that energy packed in such a tiny bit of room<br/>Becomes mass, particles created from the vacuum<br/>And then?</p> <p>LHCb sees where the antimatter’s gone<br/>ALICE looks at collisions of lead ions<br/>CMS and ATLAS are two of a kind<br/>They’re looking for whatever new particles they can find.<br/>The LHC accelerates the protons and the lead<br/>And the things that it discovers will rock you in the head.<br/>We see asteroids and planets, stars galore<br/>We know a black hole resides at each galaxy’s core</p> <p>But even all that matter cannot explain<br/>What holds all these stars together - something else remains<br/>This dark matter interacts only through gravity<br/>And how do you catch a particle there’s no way to see</p> | <p><i>Vinte e sete quilômetros de túnel no subsolo<br/>Projetados para enviar prótons ao redor<br/>Um círculo que cruza Suíça e França<br/>Sessenta nações contribuem para o avanço científico<br/>Dois feixes de prótons se movimentam, em volta do anel eles andam<br/>Até no centro dos detectores, eles devem colidir<br/>E toda aquela energia acumulada num pedacinho de espaço<br/>Se torna massa, partículas criadas do vácuo<br/>E aí...</i></p> <p><i>LHCb vê para onde a antimatéria foi<br/>ALICE olha para as colisões de íons de chumbo<br/>CMS e ATLAS são iguais<br/>Eles procuram por qualquer nova partícula que acharem.<br/>O LHC acelera os prótons e o chumbo<br/>E as coisas que ele descobrir vão abalar sua cabeça.<br/>Nós vemos asteroides e planetas, estrelas em abundância<br/>Nós sabemos que há um buraco negro no centro de cada galáxia<br/>Mas até isso tudo a matéria não consegue explicar<br/>O que mantém essas estrelas juntas – alguma coisa ainda fica<br/>Esta matéria negra interage apenas através da gravidade<br/>E como você pega uma partícula, não tem jeito de saber<br/>Levá-la de volta para a conservação de energia</i></p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>Take it back to the conservation of energy<br/>And the particles appear, clear as can be<br/>You see particles flying, in jets they spray<br/>But you notice there ain't nothin', goin' the<br/>other way<br/>You say, "My law has just been violated - it<br/>don't make sense!</p> <p>There's gotta be another particle to make this<br/>balance."<br/>And it might be dark matter, and for first<br/>Time we catch a glimpse of what must fill<br/>most of the known 'Verse.</p> <p>Because?</p> <p>LHCb sees where the antimatter's gone<br/>ALICE looks at collisions of lead ions<br/>CMS and ATLAS are two of a kind<br/>They're looking for whatever new particles<br/>they can find.<br/>Antimatter is sort of like matter's evil twin<br/>Because except for charge and handedness of<br/>spin<br/>They're the same for a particle and its anti-self<br/>But you can't store an antiparticle on any<br/>shelf<br/>'Cuz when it meets its normal twin, they both<br/>annihilate</p> <p>Matter turns to energy and then it dissipates<br/>When matter is created from energy<br/>Which is exactly what they'll do in the LHC<br/>You get matter and antimatter in equal parts<br/>And they try to take that back to when the<br/>universe starts<br/>The Big Bang - back when the matter all<br/>exploded<br/>But the amount of antimatter was somehow<br/>eroded</p> <p>Because when we look around we see that<br/>matter abounds</p> <p>But antimatter's nowhere to be found.<br/>That's why?</p> <p>LHCb sees where the antimatter's gone<br/>ALICE looks at collisions of lead ions<br/>CMS and ATLAS are two of a kind<br/>They're looking for whatever new particles<br/>they can find.<br/>The LHC accelerates the protons and the lead<br/>And the things that it discovers will rock you<br/>in the head.</p> | <p><i>E as partículas aparecem, claras como podem<br/>ser<br/>Você vê partículas voando, em jatos elas se<br/>espalham<br/>Mas você vê, não tem nada indo para o outro<br/>lado<br/>Você diz: "Minha lei acaba de ser violada – isso<br/>não faz sentido!<br/>Deve existir outra partícula para manter esse<br/>equilíbrio."<br/>E pode ser matéria negra, e pela primeira<br/>Veiz nós olhamos o que deve formar a maior<br/>parte do universo conhecido.</i></p> <p><i>Porque...</i></p> <p><i>LHCb vê para onde a antimatéria foi<br/>ALICE olha para as colisões de íons de chumbo<br/>CMS e ATLAS são iguais<br/>Eles procuram por qualquer nova partícula que<br/>acharem.<br/>Antimatéria é como o gêmeo mau da matéria<br/>Porque com exceção da carga e do sentido de<br/>rotação<br/>Eles são o mesmo que uma partícula e seu<br/>anti-eu<br/>Mas você não pode guardar antipartículas em<br/>prateleiras<br/>Porque quando ela encontra seu gêmeo normal,<br/>elas se anulam<br/>A matéria vira energia e se dissipa<br/>Quando a matéria é criada a partir da energia<br/>Que é exatamente o que eles vão fazer no LHC<br/>Você pega matéria e antimatéria em partes<br/>iguais<br/>E eles tentam levá-las para quando o universo<br/>começou<br/>O Big Bang - quando a matéria toda explodiu<br/>Mas a quantidade de antimatéria foi de alguma<br/>forma desgastada<br/>Porque quando olhamos ao redor, nós vemos<br/>que a matéria existe em abundância<br/>Mas a antimatéria não pode ser achada em<br/>nenhum lugar.<br/>É por isso...</i></p> <p><i>LHCb vê para onde a antimatéria foi<br/>ALICE olha para as colisões de íons de chumbo<br/>CMS e ATLAS são iguais<br/>Eles procuram por qualquer nova partícula que<br/>acharem.<br/>O LHC acelera os prótons e o chumbo<br/>E as coisas que ele descobrir vão abalar sua<br/>cabeça.</i></p> |
|--|---|

|   |  |
|---|--|
| <p>The Higgs Boson - that's the one that everybody talks about.<br/>         And it's the one sure thing that this machine will sort out<br/>         If the Higgs exists, they ought to see it right away<br/>         And if it doesn't, then the scientists will finally say<br/>         "There is no Higgs! We need new physics to account for why</p> <p>Things have mass. Something in our Standard Model went awry."</p> <p>But the Higgs - I still haven't said just what it does<br/>         They suppose that particles have mass because There is this Higgs field that extends through all space<br/>         And some particles slow down while other particles race</p> <p>Straight through like the photon - it has no mass<br/>         But something heavy like the top quark, it's draggin' its</p> <p>And the Higgs is a boson that carries a force<br/>         And makes particles take orders from the field that is its source.<br/>         They'll detect it...</p> <p>LHCb sees where the antimatter's gone<br/>         ALICE looks at collisions of lead ions<br/>         CMS and ATLAS are two of a kind<br/>         They're looking for whatever new particles they can find.</p> <p>Now some of you may think that gravity is strong<br/>         'Cuz when you fall off your bicycle it don't take long</p> <p>Until you hit the earth, and you say, "Dang, that hurt!"<br/>         But if you think that force is powerful, you're wrong.</p> <p>You see, gravity - it's weaker than Weak<br/>         And the reason why is something many scientists seek<br/>         They think about dimensions - we just live in three<br/>         But maybe there are some others that are too small to see</p> | <p><i>O Bóson de Higgs – é sobre ele que todo mundo fala</i><br/> <i>E é a única coisa que esta máquina certamente vai desvendar</i><br/> <i>Se o Higgs existe, eles vão vê-lo logo</i><br/> <i>E se ele não existir, então os cientistas vão finalmente dizer</i><br/> <i>"Não tem Higgs! Nós precisamos de novas teorias físicas para explicar por que</i></p> <p><i>As coisas têm massa. Alguma coisa em nosso modelo padrão deu errado."</i></p> <p><i>Mas o Higgs – eu ainda não disse o que ele faz</i><br/> <i>Eles supõem que partículas têm massa porque</i><br/> <i>Existe esse campo de Higgs que se estende por todo espaço</i><br/> <i>E algumas partículas diminuem de velocidade enquanto outras partículas se consomem</i></p> <p><i>Direto como o fóton – ele não tem massa</i><br/> <i>Mas alguma coisa pesada como um quark top está puxando sua</i></p> <p><i>E o Higgs é um bóson que carrega uma força</i><br/> <i>E faz partículas receberem ordens do campo que é sua fonte</i><br/> <i>Eles vão detectar isso...</i></p> <p><i>LHCb vê para onde a antimatéria foi</i><br/> <i>ALICE olha para as colisões de íons de chumbo</i><br/> <i>CMS e ATLAS são iguais</i><br/> <i>Eles procuram por qualquer nova partícula que acharem.</i></p> <p><i>Agora, alguns de vocês podem pensar que a gravidade é forte</i><br/> <i>Porquem quando você cai da sua bicicleta, não leva muito tempo</i></p> <p><i>Até você chegar no chão, e você diz, "Caramba, isso dói!"</i><br/> <i>Mas se você pensa que a força é poderosa, você está errado.</i></p> <p><i>Sabe, gravidade – é mais fraca que fraco</i><br/> <i>E a razão de ser algo que tantos cientistas buscam</i><br/> <i>Eles pensam em dimensões - nós vivemos apenas em três</i><br/> <i>Mas talvez existam outras muito pequenas para ver</i></p> |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| <p>It's into these dimensions that gravity extends<br/>Which makes it seem weaker, here on our end.<br/>And these dimensions are "rolled up" - curled so tight<br/>That they don't affect you in your day to day life<br/>But if you were as tiny as a graviton<br/>You could enter these dimensions and go wandering on<br/>And they'd find you...</p> <p>When LHCb sees where the antimatter's gone<br/>ALICE looks at collisions of lead ions<br/>CMS and ATLAS are two of a kind<br/>They're looking for whatever new particles they can find.<br/>The LHC accelerates the protons and the lead<br/>And the things that it discovers will rock you in the head.</p> | <p><i>É nessas dimensões que a gravidade se estende<br/>O que faz ela parecer mais fraca, aqui no nosso lado.<br/>E essas dimensões estão enroladas - tão apertadas<br/>Que elas não afetam você no dia-a-dia<br/>Mas se você fosse tão pequeno quanto um gráviton<br/>Você poderia entrar nessas dimensões e perambular por elas<br/>E eles iam achar você...</i></p> <p><i>Quando o LHCb vir para onde a antimatéria foi<br/>ALICE olha para as colisões de íons de chumbo<br/>CMS e ATLAS são iguais<br/>Eles procuram por qualquer nova partícula que acharem.<br/>O LHC acelera os prótons e o chumbo<br/>E as coisas que ele descobrir vão abalar sua cabeça.</i></p> |
|---|---|

Como esperava, os alunos se divertiram ao assistir.

Com mais de sete milhões de visualizações, o vídeo é encontrado com o título "Large Hadron Rap", no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=j50ZssEojtM>>.

Em seguida transmiti outro, de uma versão brasileira do rap. Este é encontrado com o título "LHC Rap - Brasil", no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=NDfC7QHzMzQ>>.

## Notícia do "Nicão no CERN"

Após a "Sessão Pipoca", disse aos alunos que tinha uma boa notícia para lhes contar. Expliquei-lhes o que é a Escola de Professores de Física no CERN e anunciei que tinha sido selecionada para a edição de 2014. Foi gratificante ver a reação de surpresa e contentamento de muitos. Em algumas turmas houve palmas! Ao mesmo tempo percebi que, para muitos, mesmo com todo meu esforço em envolvê-los no assunto por meio da sequência de vídeos e depoimentos, seria necessário mais empenho para despertar mais interesse. Outros, porém, vieram até mim ao fim da aula manifestando angústias, dúvidas e admiração pelo trabalho dos físicos. Em certa medida percebi que havia atingido alguns objetivos.

## Despedida

Com apoio dos meus colegas e dos gestores do Nicão, me despedi com a expectativa de ampliar minha cultura sobre Física de Partículas e minha consciência como professora de Física. Minha ânsia era, na volta, trazer para os alunos uma visão mais ampla de quem viu e vivenciou um pouco do trabalho feito no CERN. Levei comigo muitas das questões vitais de meus alunos, e muitas delas permaneceram em minha mente ao longo de toda a viagem. A necessidade de continuidade desse trabalho de ampliação de consciências me aguardava na volta. Preparei-me em vários aspectos para essa oportunidade com o intuito de bem representar meus alunos. Criei a *hashtag* #NicãoNoCERN e me dirigi ao aeroporto vestindo uma camisa com esses dizeres!



Despedida no dia da viagem, em frente à quadra do Nicão, com a camiseta #NicãoNoCERN (acervo pessoal).

## Referências

FRAGA, Denise. Química, pra que te quero? **Folha de São Paulo**, 3 de ago. de 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/denisefraga/2014/08/1494462-quimica-pra-que-te-quiero.shtml>>.

ESCALA DEL UNIVERSE 1. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=f5GFYcmFjCQ>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

JUNQUEIRA, Patrícia. Rap do acelerador de partículas é hit na Web. **Uol ciência e saúde**. São Paulo, 9 de set. de 2008. Disponível em <<http://cienciaesaude.uol.com.br/ultnot/2008/09/09/ult4477u974.jhtm>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**. V. 3. São Paulo: Scipione, 2011.

PIVETTA, Marcos. O LHC é pop. **Revista Fapesp**, n. 152, out. 2008.



**4.º Capítulo**  
**Experiências vividas**  
**no CERN**



## NOSSA EXPERIÊNCIA NO CERN

---

Antônio Araújo Sobrinho\*  
Gilberto Morel de Paula e Souza\*\*

### **Minha experiência no CERN – Antônio Araújo Sobrinho**

**T**ive conhecimento sobre o CERN e o LHC ainda no Ensino Médio (na época: científico). Sabia que na Suíça se construía a máquina mais fantástica da humanidade.

No curso superior de licenciatura em Física na UFRN fiquei mais informado sobre “tal máquina”. Alimentava um desejo, ou melhor, um sonho de visitar o local e conhecer tal máquina.

Quando professor de Física na rede Estadual de Ensino no Rio Grande do Norte e depois na Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte, sempre enfatizava a existência do LHC.

No ano de 2009 tomei conhecimento de que professores de Ensino Médio poderiam se inscrever num programa da Sociedade Brasileira de Física para um curso no CERN. Por questões pessoais não me inscrevi e comentei com o colega Gilberto Morel que o mesmo deveria se inscrever e participar da seleção que deveria levar dez docentes brasileiros num programa em que participariam professores de países em que se falava a língua portuguesa.

---

\* Escola de Física CERN 2010.

\*\* Escola de Física CERN 2009.

Para minha satisfação o colega foi selecionado e, quando de seu retorno, com suas explicações sobre a experiência e os conhecimentos adquiridos, me fez aumentar o desejo de também conhecer as instalações do CERN e do LHC.

Assim, me inscrevi para a seleção no ano de 2010 e, para grande satisfação, fui um dos vinte selecionados.

Na saída do Brasil, aeroporto de Fortaleza, tive a alegria de encontrar duas das pessoas que comigo passaram a maior parte do tempo durante as atividades, as refeições e nos raros momentos de lazer: Queren Hapuque (professora de Manaus) e Jean Carlos Lapa (professor da Bahia). Formamos um trio que os outros denominaram de Manauara, Potiguar e Pataxó. Viajamos num voo da TAP: Transportes Aéreos de Portugal.

Na chegada a Genebra, tivemos um problema: nossa bagagem não chegou conosco. Isso atrasou nossa chegada ao hotel em Saint-Genis-Pouilly, na França, onde a equipe brasileira ficou hospedada. Tivemos que passar dois dias com a mesma roupa em função do atraso na chegada das malas. No hotel conheci uma pessoa que já tinha conhecimento de suas publicações. Era o colega Dulcídio Braz Júnior, autor de um livro de Física Moderna com tópicos para o Ensino Médio.

A viagem com escala em Lisboa, o problema com as bagagens e a diferença de fuso horário fez com que chegássemos cansados, todavia, não nos desanimou e logo cedo no dia seguinte iríamos participar das atividades: palestras, visitas, experimentos, conhecendo um mundo novo que só conhecia através de livros e de comentários de professores.

Os palestrantes, todos atendendo gentilmente, embora muitas informações fossem fornecidas, o que dificultava o acompanhamento das ideias. Alguns palestrantes apresentaram mais de cem slides por hora e pouco tempo ficava para assimilar as ideias e também para questionamentos.

Foi uma semana de intensa atividade, todavia prazerosa pela interação com os colegas brasileiros e de outras nacionalidades. Tudo isso me estimulou a dar mais ênfase ao conhecimento e desenvolvimento da história da ciência e suas aplicações tecnológicas em minhas aulas.

Sobre os trabalhos de divulgação que ora faço, destaco que venho desenvolvendo um projeto, intitulado “Jornadas Astronômicas Divulgação e Socialização dos Conhecimentos do Céu”, em que incluí uma palestra com o tema O LHC e as Fronteiras da Astronomia. Este

Projeto tem sido desenvolvido em 28 cidades do Rio Grande do Norte em que várias atividades e palestras são realizadas e culmina com a observação e identificação de objetos celestes a olho nu e com lunetas e telescópios. Também divulgamos o CERN na EXPOTEC, que é a Feira de Ciências realizada anualmente no IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Destaco que na Semana do Espaço da Barreira do Inferno, coordenada pela AEB – Agência Espacial Brasileira, realizada em Natal, apresentamos também detalhes de nossa experiência relativa ao que aprendemos durante nossa estadia no centro de conhecimento que é o CERN.

Também fazemos referências ao CERN nos minicursos que ministramos (eu e o colega Gilberto Morel, participante da Escola de Física do CERN de 2009) quando dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física – o mais recente foi no período de 21 a 25 de janeiro do corrente ano de 2013, na USP, em São Paulo. Faremos também divulgação do LHC no XIII Encontro de Astronomia do Nordeste, que acontecerá em Natal no período de 31 de maio a primeiro de junho deste ano.

## **Minha visita ao CERN – Gilberto Morel de Paula e Souza**

Tive conhecimento da visita ao CERN por intermédio do colega Prof. Antônio Araújo Sobrinho, por informações divulgadas pela SBF, em 2009. Já tinha conhecimento dos aceleradores de partículas existentes em alguns laboratórios do mundo, mas nunca imaginei ter a oportunidade de conhecer um desses aceleradores.

Me inscrevi para a seleção dos candidatos e com muito entusiasmo recebi a informação algum tempo depois, que eu havia sido selecionado para visitar o CERN em Genebra, juntamente com outros colegas. Minha expectativa era grande, principalmente em estar visitando um país desconhecido, cujo idioma eu não dominava, o francês. Porém, para meu alívio, praticamente em todos os países da Europa se fala o inglês, o que me deixou mais aliviado.

Apesar de ter o título de mestre, me senti um verdadeiro “analfabeto científico” naquele local, onde nos deparamos com as maiores autoridades científicas do planeta.

As informações colhidas naquele local foram para mim de valiosíssima utilidade, uma vez que, além de enriquecer meus conheci-

mentos como professor de Física, encontrei informações que me foram muito úteis para o livro didático que estava escrevendo: **Eletromagnetismo Básico**.

Surpreendi-me com tamanha aplicação dos conhecimentos científicos que adquirimos ao longo de nossa vida acadêmica e que nem sempre temos a oportunidade de vivenciar. Os detectores gigantescos nos deram uma noção do que ainda precisamos aprender em termos de conhecimento científico. As aulas proferidas pelos professores, principalmente pelo prof. Mick Storr, que nos ensinou a confeccionar uma câmara de bolhas, um detector de radiação, foram uma experiência notável.

Pudemos vivenciar a grandiosidade do que é o LHC, um acelerador de 27 km de circunferência que abrange dois países, Suíça e França. Pudemos visitar e acompanhar o processo de aceleração de partículas, desde a aplicação de uma d.d.p. de 100 KV ao hidrogênio, com a finalidade de se obter os prótons necessários para a colisão no LHC. Visitamos o LINAC, onde os prótons têm sua primeira aceleração linear, sendo transferidos depois para os outros aceleradores circulares BOOSTER, PS, SPS e finalmente o LHC.

Entre outras coisas, o que muito me chamou atenção foi a presença, nos horários das refeições, de pesquisadores de diversos países, cada grupo se comunicando em seus idiomas, formando uma verdadeira “Torre de Babel”. A alimentação nesse refeitório nos deu a oportunidade de verificar a diversidade de pratos típicos, bem diferentes de nossa comida regional aqui no Brasil.

Além de todas as visitas técnicas e conhecimentos científicos que adquirimos, o que achei muito interessante foi, no final do curso, o evento Caça ao Tesouro, onde, de posse de um mapa, tínhamos que nos deslocar em transporte público pela cidade de Genebra, parando em pontos turísticos e, desse modo, conhecendo um pouco mais sobre a cidade. Finalmente, a última parada foi em um restaurante no centro da cidade, onde nos foi oferecido um jantar de confraternização.

No retorno ao Brasil, pude repassar para meus alunos e demais alunos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte os conhecimentos adquiridos no CERN e fazê-los entender como se processa a colisão de partículas e sua finalidade.

Essas informações foram repassadas através de diversos minicursos nos eventos acadêmicos de nossa instituição.

## A IMPORTÂNCIA DE ESTAR EM LISBOA DURANTE A ESCOLA CERN

---

Jean Carlos Rodrigues\*

### A importância de estar em Lisboa

**A**s experiências no CERN são coletivamente descritíveis, emocionalmente sentidas e individualmente absorvidas e imensuráveis. É claro que, ao dizer isso, refiro-me às distintas realidades de cada participante e suas expectativas antes de lá estar e as devidas constatações e realizações no ato de vivenciá-las.

A experiência no CERN começa em Lisboa. Tendo em vista ser de responsabilidade de seus executores, o *Portuguese Teachers Programme* é um programa português; portanto, nada mais justo e sensato do que começar a viagem ao CERN, nas terras lusitanas.

### Primeiro dia

Em Lisboa, após o check-in no Hotel, tivemos um tempo livre pra almoçar e conhecer alguns locais sugeridos no roteiro do professor Nilson. Normalmente, os colegas se dividem em grupos de acordo com seus interesses como, por exemplo, de o que visitar, onde comer, o que comer, etc... Nunca esquecer do fundamental (lidar com ele – o relógio) e o tempo disponível para tudo. Eu sugiro visitar o Museu de Ciências

---

\* Escola de Física CERN 2014.

da Universidade de Lisboa. Nele você poderá fazer uma viagem pela evolução de algumas áreas do conhecimento, como Matemática, Biologia, Química, Astronomia e claro, Física, por meio das peças em tamanhos originais e/ou réplicas de cada momento da história e os equipamentos utilizados em sua época, tanto em laboratório como para a observação, no caso da Astronomia. O Museu é de fácil acesso, preço acessível (tem desconto para professores, é só pedir), leva-se pouco tempo no deslocamento e no percurso você poderá optar dentre os vários locais para almoçar, conforme o gosto de cada um. A comida em Portugal é ótima. E nem adianta ficar reclamando e comparando preço e sabor com o Brasil. Afinal, você está na Europa e não no Brasil – porque dias surpreendentes lhe aguardam aos pés dos Alpes suíços e franceses. No quesito alimentação, claro, não lhe faltará nunca algo refrescante para almoçar ou jantar no CERN. Portanto, *Carpe Diem* a todos. Sentirão saudades de Lisboa, eu também estou a sentir.

Para nós, brasileiros, essa estada em Lisboa é de fundamental importância, inclusive para o sucesso do Programa em Genebra. Aprender-se-á desde a chegada em Lisboa a cumprir horário. É uma exigência do Programa – **NÃO SE ATRASAR JAMAIS**, esse deve ser seu lema, enquanto em solo europeu estiver. Lembre-se que você está a ir à Suíça. Enfim, o professor Pedro Abreu certamente o alertará sobre a pontualidade algumas vezes; eu diria que **n!** vezes, para o seu próprio bem e sucesso do Programa. Essa experiência será vivenciada desde a primeira reunião com o prof. Pedro e enfatizada pelo professor Nilson durante toda a jornada. Aos que tiverem sorte e privilégio de ir no mesmo voo do prof. Nilson, ele fará questão de dizer: “... *Ah pessoal, tenha sempre o cuidado de não se atrasar, isso é muito importante...*” – desde o seu primeiro encontro com ele no aeroporto; no mais, boa viagem a vocês colegas dos próximos anos.

Após a reunião inicial de apresentações e esclarecimentos no Hotel, tem-se o restante da tarde e a noite livre. Dica: aproveite cada segundo na terra de Camões. Vale a pena cada € investido em cultura, gastronomia e turismo pela capital lusa. É conhecimento puro. Museu a céu aberto. Lisboa é interessantíssima e terá muito a ser fotografado por lá.

## Segundo dia

Acorde no horário e esteja pontualmente no saguão do hotel para a visita ao LIP. Ali, na verdade, começa a visita ao CERN. Muita informação e cultura sobre o CERN, desde sua fundação e a importância da participação portuguesa nos principais experimentos do LHC. A palestra nos dá um panorama geral e nos situa do que realmente estamos fazendo lá e o que podemos esperar durante as palestras no CERN e visitas ao LHC. Pudemos sentir o “peso” da participação portuguesa no Atlas Experiment, nas mãos, conforme Fotos 1 e 2. Anote tudo o que puder. É a palestra mais importante na minha modesta opinião, visto que lá no CERN vão se lembrar dessas informações com tanta clareza que hão de desejar ouvir alguma coisa na língua portuguesa, em certos momentos. Estou dizendo portuguesa no sentido literal. Mesmo assim, quando alguém falar em português, soará como música para seus ouvidos. Lembre-se que Genebra fica na parte francesa da Suíça, portanto, o idioma local é o francês... mas é uma cidade do mundo. Todos entendem e falam inglês. Se souber outra língua como alemão e italiano também poderá ser útil no centro de Genève, para seus investimentos em chocolates suíços ou compras pelo Velho Mundo.



**Foto 1:** Peça de tecnologia portuguesa, usada no *Atlas Experiment* (acervo pessoal).



**Foto 2:** Interior da peça de chumbo. Extremamente transparente (acervo pessoal).

Terminada a visita ao LIP, o restante do tempo é livre. Tente fazer as visitas do roteiro sugerido. Não deixe de visitar o Oceanário de Lisboa (Fotos 3 e 4). Além de lindo, farão fotos incríveis.

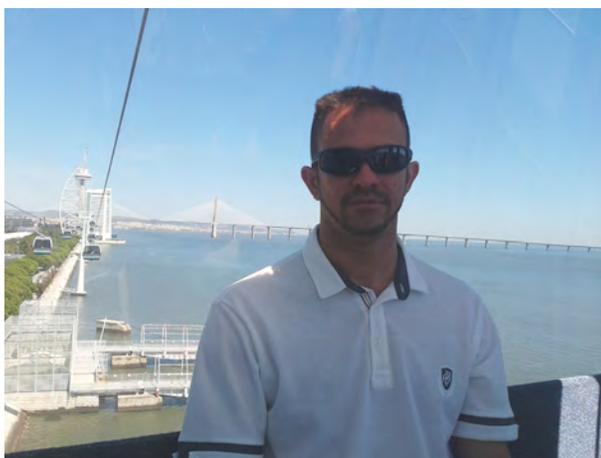


**Foto 3:** No Oceanário de Lisboa – entrada (acervo pessoal).



**Foto 4:** No Oceanário de Lisboa (acervo pessoal).

Aproveite o fato de lá estar e já visitar o Museu de Ciência Viva, onde você poderá experimentar sensações inigualáveis e difíceis de serem descritas. Dá pra fazer tudo a pé mesmo. O Museu Ciência Viva e o Oceanário de Lisboa ficam relativamente próximos. Se preferir, pegue um teleférico (Foto 5) e viva a experiência de fazer o percurso pelos ares às margens do Rio Tejo e desfrute de uma vista incrível das terras alentejanas. Vale ressaltar que os Museus costumam dar descontos para grupos de professores. Os preços variam, mas são acessíveis.



**Foto 5:** Vista do teleférico às margens do Tejo (acervo pessoal).

Gastronomicamente, não deixe de comer os tradicionais e legítimos “pastéis de Belém” direto da fonte. Fica próximo ao Monumento do Descobrimento, importante marco histórico, para nós brasileiros. Dá pra fazer o *Monumento do Descobrimento*, o *Castelo dos Jerónimos*, a *torre de Belém* em uma tarde, sem deixar de lado os tradicionais pastéis de Belém – ficam próximos, pero no mucho...

A visita ao Castelo dos Jerónimos é incrível, rica em história e cultura. Neste ponto, você poderá visitar também os túmulos de Camões e de Vasco da Gama, de importância significativa para Portugal e para a língua portuguesa no mundo. Importante, **não perca o horário**. “... Se atrasar, vai ficar...” (Prof. Pedro Abreu)

O tempo em Lisboa é relativamente pouco, mas dá para se perceber como privilegiado participante de um importante projeto de formação científica e conhecer os principais pontos turístico-culturais de interesse, sobretudo nosso, brasileiro.

## GENEBRA, UMA CIDADE COSMOPOLITA DO PRIMEIRO MUNDO

---

Cristóvão Renato Morais Rincoski\*

### Uma viagem ao Primeiro Mundo

Como todo brasileiro, maravilhado com a possibilidade de conhecer uma cidade do primeiro mundo, embarquei para Genebra, Suíça... Primeiro mundo. Confesso que em determinado momento, antes de partir, me lembrei da citação a Shakespeare, "A Tempestade", Ato V, Cena I, no livro de Aldous Huxley, **Admirável Mundo Novo**.

*Oh wonder!  
How many goodly creatures are there here!  
How beauteous mankind is! O brave new world,  
That has such people in't.*<sup>1</sup>

Claramente, um espírito brasileiro no exterior. Apesar da conexão em Lisboa, onde eu cheguei a ficar apavorado pela demora no atendimento para o reembarque, claramente isto não chegou a manchar a promessa de ir para a Suíça. Uma fila enorme que serpenteava pelo salão somente para carimbar o passaporte e, à medida que se aproximava

---

\* Escola de Física CERN 2009.

1 "Oh maravilha! Quantas criaturas formosas existem aqui! Como a humanidade é bela! Oh admirável mundo novo, Que possui tais pessoas nele!"

o momento da partida do avião para Genebra, dava a sensação de que a fila ficava mais longa. Depois de estar algum tempo nesta fila, um funcionário veio nos avisar (a todos na fila é claro) que brasileiros tinham que usar outra fila. Bom... pelo menos foi mais rápido assim, havia menos gente na minha frente, apesar de demorar o dobro do tempo para nos atender do que para os demais da comunidade europeia. Confesso que fiquei um pouco desapontado, mas como são os nossos patrícios, considere... Quando finalmente entrei no avião, relaxei... Estava indo conhecer o “primeiro mundo”, finalmente.

Quando cheguei ao aeroporto de Genebra, mais uma surpresa... a minha mala foi aberta e todas as minhas coisas pessoais foram expostas publicamente, tudo foi examinado “tim tim por tim tim”... realmente... estava me sentindo um brasileiro na comunidade europeia. Quando consegui guardar de volta todas as minhas coisas na mala e fechá-la sob os olhos atentos do fiscal do aeroporto, pude sair dali. Creio que agora fica mais fácil de ser entendido o motivo de citar Aldous Huxley, e não Shakespeare diretamente. Felizmente, foi nesse momento de sair do aeroporto que conheci o Pedro Abreu, um dos melhores representantes da espécie humana em solo europeu e que tive o prazer de conhecer nesta viagem. Era a minha carona para o hotel. Depois fiquei sabendo que ele era Professor, Doutor, pesquisador do CERN, pesquisador do LIP, etc. O Pedro realmente era uma pessoa ímpar, como normalmente se diz, “um grande sujeito”.

## **Um ponto de vista diferente do brasileiro**

Quando chegamos ao hotel, eu e mais alguns professores brasileiros e moçambicanos transportados na van pelo Pedro, foi muito interessante. O hotel era na beira da estrada que ligava a França à Suíça, mas do lado francês, ou seja, no “meio do mato” francês. A peculiaridade do hotel era que à noite, depois das 22h ou 23h, já não lembro mais a hora certa, o hotel era fechado e todos os funcionários iam embora, só ficavam os hóspedes no hotel. O hóspede, que era o meu caso, podia sair e voltar, mas para entrar tinha que digitar a senha (que era uma sequência numérica bem simples) no controle da porta e, daí, podia entrar no hotel. O único problema era como se deslocar até uma cidade próxima. Havia ônibus, o linha Y, é claro, mas quem sabia os horários? Durante o dia, antes de irmos para o CERN, podíamos caminhar até

uma cidadezinha, para comprar coisas básicas. Quanto ao hotel em si, eu gostei muito, principalmente do café da manhã, sempre tinham um *croissant* extremamente delicioso, que praticamente derretia na boca... nunca mais comi um *croissant* igual. O café era bem europeu, com muita coisa que normalmente comeríamos na hora do almoço, mas como já sabia disto (que na Europa a refeição mais importante do dia é o café da manhã), então... procurava me contentar. Claro que também almoçávamos e jantávamos no refeitório do CERN, o que era muito interessante também, pois podíamos nos espalhar por toda a região, em mesas espalhadas embaixo de árvores, etc. e depois voltávamos com os talheres, pratos, copos e bandejas para entregar. Realmente uma visão única.

Quando havia saído do Brasil, estava acontecendo um surto de gripe A (na verdade o primeiro surto que surgiu no Brasil), na Europa também estava ocorrendo o mesmo, mas o interessante era que nos banheiros do CERN, principalmente, tinha o aviso de lavar bem as mãos por 30 ou 40 segundos – já não lembro bem o tempo – com sabão/sabonete (o tempo, pelo que pude perceber, era fundamental). Note que não faziam referência ao uso de álcool ou álcool gel, como era divulgado aqui no Brasil, somente lavar bem as mãos durante muito tempo. Havia até cartazes nas paredes do lavatório do banheiro mostrando como fazer.

Os ônibus que saíam do CERN para Genebra e de volta tinham somente o motorista, pois a passagem era comprada no ponto de ônibus. Colocando o dinheiro em uma máquina e selecionando o destino, a máquina fornecia a passagem e o troco. Em nenhum momento qualquer pessoa no ônibus conferiu se tínhamos a passagem ou não. Creio que isto não funcionaria do mesmo jeito no Brasil.

## **Conhecendo o CERN**

Todo dia de manhã o próprio Pedro vinha de van buscar os brasileiros e os moçambicanos que estavam hospedados no hotel. Este trabalho de levar e trazer do Pedro eu sempre considerei um gesto de grande boa vontade. Como Professor, Doutor e Pesquisador, ele não precisava fazer isto, mas todo dia lá vinha o Pedro buscar todo mundo. Fazer o quê? Tem gente neste mundo que ainda consegue se comportar como uma grande pessoa, um grande ser humano.

Quando conheci os participantes do curso no CERN (45 portugueses, 12 brasileiros e 5 moçambicanos), pude notar que os portuque-

ses sempre tinham um risinho no canto da boca quando conversavam com os brasileiros (creio que porque as nossas piadas de português, lá, são piadas de brasileiros). Sabendo disto, ficou mais fácil entendê-los.

Como todas as palestras foram ministradas por portugueses, eu enfrentei algum problema com o excesso de “ões” (electrão, prótão, neutrão, positrão, muão, pião, radão, mesão, etc. – sim, pião é pión, radão é radônio e mesão é méson, os outros são relativamente fáceis de entender).

Quanto às visitas às instalações do CERN, creio que uns alunos meus diriam “da hora, profe”. Como todos os experimentos estavam parados, pois havia acontecido um acidente numa das seções do grande anel do acelerador (chamado carinhosamente pelos íntimos de LHC – Large Hadron Collider), pudemos ver os experimentos de perto, inclusive dar uma rápida espiada no túnel do LHC. Realmente foi fantástico. Acredito que os participantes tiraram algumas “toneladas de fotos” (é uma nova unidade do sistema internacional referente a fotos... ainda estou discutindo a necessidade disto). Tiramos fotos fazendo poses próximo a pôsteres do ATLAS, do ALICE, do CMS e do LHCb, sempre usando o capacete de proteção na cabeça, por isto, ao voltar, alguns colegas me perguntaram se construí alguma coisa no CERN e eu sempre dizia que “só construí conhecimento” – pois é, ser convencido é um aborrecimento, para os outros.

## **Alguma coisa de terceiro mundo no primeiro mundo**

Quando finalmente tivemos oportunidade, na famosa Caça ao Tesouro em Genebra pudemos passear em vários lugares e conhecer o possível da cidade. Uma parada obrigatória foi numa loja de departamentos. Para comprar o quê? Quem disser chocolate acertou. Após as compras, onde comprei uma capa de chuva muito parecida com a que os garis usam aqui no Brasil, todos nós estávamos carregados de sacolas e fomos alertados mais de uma vez pelo pessoal da loja para não descuidarmos das sacolas, pois estas poderiam desaparecer... Como isso pode acontecer no primeiro mundo... Mas depois, pensando bem, os países do bloco oriental haviam se esfacelado e as pessoas tinham de viver... É complicado. Continuando a jornada, acabei derrubando a minha máquina fotográfica, que havia comprado especificamente para viagem (uma vez que não tinha nenhuma antes), e quebrou o visor de cristal

líquido... com isto encerrei a minha participação no passeio fotográfico e passei a olhar à minha volta de outra forma, com os meus próprios olhos, é claro.

Um fato extremamente inusitado aconteceu em Genebra, que para mim foi um momento muito marcante. Nós estávamos nos dirigindo para conhecer o lugar onde fica o escritório das Nações Unidas. Quando fui entrar no ônibus elétrico, junto com as demais pessoas, senti a minha sacola pesar... parei e olhei... vi uma mão dentro da minha sacola... virei para trás e lá estava um cidadão usando um boné azul olhando para mim e ainda com a mão dentro da minha sacola. Como ele viu que não iria me desfazer dos meus pertences, ele desapareceu no meio da multidão que entrava no ônibus... continuei e entrei no ônibus, foi então que falei para os meus colegas que haviam tentado me roubar em Genebra, Suíça. Agora deve ter ficado mais clara ainda a minha alusão a Aldous Huxley e não a Shakespeare. Em face disto, tenho a veemente convicção que Genebra é de fato uma cidade cosmopolita do primeiro mundo. Tem até punquistas do terceiro mundo!

## **O encantamento ainda existe**

Passear por Genebra foi realmente um evento. Como todo turista que já viu uma foto desta cidade em algum lugar, é claro que não pude deixar de passear pelo lago... aquele do chafariz que sempre aparece nas fotos (Lago de Genebra com o Jet d'Eau).

Turista realmente é uma "coisa", tira foto até do indicador da própria mão apontando para um cachorro comendo na rua... e fica imensamente contente com isto, tudo é diversão, afinal, quem não gosta de ser turista? Mas houve um lado sério/divertido, onde pudemos ver antiquários, bares, restaurantes, ruas das mais variadas formas e tamanhos, ruas com calçadas e sem calçadas, etc.

Conhecer o CERN, participar da primeira turma de brasileiros na escola para professores de língua portuguesa, foi muito importante para mim. Conhecer Genebra e tentar falar com as pessoas na rua foi realmente fantástico. Do tratamento que tive de todas as pessoas com que convivi, na escola e na cidade de Genebra, só trago boas lembranças. Pena que não possa ir de novo.



## ESTAÇÃO CERN, CONEXÃO LIP: DESEMBARCANDO NO MUNDO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES

---

Almir Guedes dos Santos\*  
Sandro Soares Fernandes\*

### Lisboa e visita técnica ao LIP

Como ainda não havia viajado para fora do Brasil, tinha grandes expectativas sobre o que poderia encontrar nas cidades de Lisboa, onde ocorreu uma reunião de trabalho e pudemos fazer uma visita técnica ao LIP, e de Genebra, durante o curso no CERN. Se viajando pelo Brasil já tenho (Almir) tido valiosas experiências e compreensões culturais, sociais, econômicas e políticas sobre outros estados e cidades, minha ida à Europa, mesmo que por um curto período de tempo, representa um marco significativo na construção de horizontes novos e bem amplos, pois, além das prováveis diferenças frente ao Brasil quanto aos referidos aspectos, havia ainda a distinção (sobretudo no caso de Genebra) no idioma oficial.

Durante a passagem por Lisboa, pude identificar e vivenciar profundas diferenças, que conhecia até então somente por filmes e reportagens, tais como a limpeza das ruas, o respeito às leis de trânsito, a ordem urbana, as sinalizações claras e o jeito, em geral, mais reservado de ser dos europeus.

Quando chegamos a Lisboa, Sandro e eu acabamos seguindo inicialmente orientações de professores brasileiros que já haviam che-

---

\* Escola de Física CERN 2012.

gado e obtido informações turísticas interessantes. Sendo assim, compramos bilhete para o Yellow Bus (ônibus de turismo) e acompanhamos o grupo nesse passeio. Porém, o que ninguém sabia foi que o intervalo entre tais ônibus era grande, de modo que acabamos tendo que esperar durante um bom tempo o ônibus.



Grupo de professores brasileiros enro-  
lados esperando o Yellow Bus (acervo  
pessoal).

Enquanto estávamos esperando e buscávamos encontrar solu-  
ções viáveis e consensuais para este impasse (“desperdiçar tanto tempo  
esperando o próximo ônibus”), percebi que o grupo tinha pretensões  
turísticas distintas e por isso a manutenção de todos os docentes juntos  
indo aos mesmos locais em Lisboa parecia-me algo inviável. Seja como  
for, acabamos conhecendo juntos (mas apenas uma parte do grupo ini-  
cial) diversos locais da cidade em ônibus turístico, tendo sido esta uma  
ótima experiência inicial de contato com uma cidade europeia.



Parte do grupo de professores brasileiros  
esperando o Yellow Bus (em outro local)  
para realizar passeio turístico em Lisboa  
(acervo pessoal).

Como tínhamos uma reunião de trabalho no início da tarde,  
tivemos que realizar visitas turísticas breves pelos locais que havia pró-  
ximos de onde descemos do ônibus, o que ocorreu no Mosteiro dos Jerô-  
nimos. A reunião de trabalho, ocorrida no hotel, na quinta-feira a tarde,

com os professores brasileiros foi para reunir o grupo e para que fossem dadas pelo prof. Nilson Garcia e pelo prof. Pedro Abreu as primeiras instruções envolvendo a visita técnica ao LIP no dia seguinte pela manhã, informações iniciais sobre a ida ao CERN e como seria a semana em Genebra, além de algumas sugestões sobre pontos turísticos em Lisboa.

Acordamos cedo na manhã seguinte, pois às 9h tínhamos uma visita técnica ao LIP (laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas) orientada pelo professor Pedro Abreu. Ao chegar ao local, fiquei (Sandro) surpreso com o prédio do LIP, pois acreditava ser um grande laboratório com uma estrutura muito maior do que encontrei. Eram dois andares de um prédio com poucas salas e todas relativamente pequenas, porém, o que percebemos é que o trabalho feito pelos pesquisadores de lá é muito sério e o que foi desenvolvido por eles no que diz respeito à tecnologia dos detectores foi e é fundamental para os experimentos realizados no LHC.

Em um primeiro momento, tivemos uma palestra com o professor Pedro Abreu, onde contamos também com a presença, via vídeo conferência, do professor do CBPF e vice-presidente da Sociedade Brasileira de Física Ronald Cintra Shellard, que deu as boas-vindas aos professores brasileiros participantes do projeto. Ainda nessa etapa, o professor Pedro falou um pouco sobre os projetos que eram desenvolvidos no LIP e sobre como seria nossa semana.



Professor Pedro Abreu apresentando cristal de tungstênio usado nos detectores do LHC e que foram desenvolvidos pelo LIP (acervo pessoal).

Após este momento, os professores foram divididos em grupos para facilitar a visita dos diferentes projetos que são desenvolvidos no LIP. Nesta etapa, conhecemos por meio da Dra. Sofia Andringa (LIP) um pouco da história e da contribuição do LIP nas pesquisas desenvolvidas no observatório Pierre Auger, na Argentina, projeto que conta com aproximadamente 1.600 tanques detectores de radiação em água,

visitamos um laboratório de produção de placas eletrônicas que foram desenvolvidas para os detectores ATLAS e CMS, tivemos acesso à sala de monitoramento de dados que fica conectada 24 horas aos experimentos realizados pelos laboratórios do CERN e também conhecemos um laboratório onde são testados efeitos de radiação em componentes eletrônicos.

Professor Pedro Abreu apresentando placa eletrônica desenvolvida pelo LIP e usada em um dos detectores do LHC (acervo pessoal).



A visita foi muito proveitosa, tanto que já pudemos ter ideia de como funcionavam os detectores, da tecnologia envolvida para a coleta dos dados de laboratórios envolvidos com o LHC e de como a participação portuguesa foi importante para o sucesso dos resultados obtidos pelos detectores do LHC.

Após esta visita técnica ao LIP, fomos conhecer espaços turísticos de caráter cultural e científico e que ficam muito próximos entre si, a saber: o Oceanário de Lisboa e o Pavilhão de Conhecimento Ciência Viva. Ambos os espaços ficam “numa espécie” de complexo turístico de Lisboa e são altamente recomendáveis para quem gosta de fazer visitas a museus e espaços de ciência, sobretudo para professores de Física.

No Oceanário de Lisboa, pudemos observar diversas espécies da fauna marítima e obter informações sobre as mesmas e a preservação da natureza, além de ter contato mais próximo com animais como pinguins, tartarugas e peixes de diferentes tamanhos e cores. Os locais onde os animais permanecem tentam se aproximar de seus *habitats* naturais. Depois, pudemos percebermos um *marketing* muito grande pela quantidade e variedade de produtos à venda na loja do Oceanário.

A visita subsequente ao Pavilhão do Conhecimento Ciência Viva foi uma experiência fantástica, pois não somente nos permitiu vivenciar e compreender aspectos da história de Portugal em sua relação com o mar e as navegações, mas também interagir com experimentos de Física (principalmente) que mexem com as emoções e os sentidos humanos. Quanto às emoções, havia uma bicicleta, semelhante à que existe em alguns circos, que pudemos pedalar sobre um cabo colocado acima de uma grande rede de segurança.

Havia ainda uma parte do Pavilhão destinada às crianças, mas ficamos tão impressionados que esquecemos que somos adultos e começamos a interagir com diversos experimentos, que nos pareceram bem apropriados para despertar o interesse e aproximar as crianças dos conhecimentos científicos. Um dos experimentos mais instigantes se encontra na foto abaixo, tendo em vista que nos demandou um bom tempo para resolver o desafio e colocar todas as hastes suspensas por única base. Além disso, havia uma região desta área onde as crianças interagem com experimentos e situações típicas de um espaço onde estão ocorrendo construções civis, possibilitando-as construir noções bem relevantes acerca de segurança no trabalho.



Sandro e Almir bem felizes após superarmos o desafio do experimento (acervo pessoal).

Outro espaço de caráter científico que Sandro e eu visitamos, mas infelizmente separadamente, e gostamos muito, foi o Museu Natural de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa, o qual possui amplo acervo de experimentos expositivos e interativos de ciências naturais e matemática, além dos antigos laboratórios de Química e Física da referida instituição. Foi uma verdadeira viagem no tempo quanto às concepções e artefatos demandados por tais laboratórios antigos.

Entrada do Museu Natural de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa (acervo pessoal).



Visitei o museu no final da manhã de sábado, ao passo que o Sandro o fez na parte da tarde, pois meu voo para Genebra ocorreu com uma pequena parte do grupo neste dia à tarde, ao passo que o Sandro viajou com a maioria, à noite.

## Genebra numa perspectiva turística

Sandro e eu chegamos a Genebra em diferentes horários, de modo que o Sandro pôde aproveitar um pouco mais de Lisboa e eu de Genebra. Assim que o professor Nilson, eu e outros colegas chegamos ao CERN no início da noite de sábado, tratamos de fazer logo o *check-in* no hostel do CERN e fomos nos arrumar para conhecer um pouco de Genebra à noite.



Parte do grupo assim que chegou à estação "tpg Cern" (da esquerda para a direita: Éder, Henrique, Margareth, Nilson e Almir) (acervo pessoal).

Como o grupo estava com fome, depois de passarmos brevemente por alguns pontos turísticos de Genebra, tivemos que parar para comer pizzas numa aconchegante pizzaria, cuja atendente falava francês.

Vivenciar uma cultura cujo idioma oficial é o francês, mas onde há algumas pessoas que também falam inglês, foi uma experiência cultural e linguística muito valiosa, pois falo o inglês razoavelmente bem e havia acabado de concluir em julho meu curso de francês no Brasil, de modo que sabia me comunicar um pouco neste idioma também. Nesse sentido, pude praticar bastante o francês em diversas situações e ambientes, inclusive para ajudar os colegas, e um pouco do inglês em alguns casos. Assim que comemos pizzas no centro de Genebra, voltamos para o CERN, e para isso pegamos o “train” na estação “Cornavin”.

Nosso grupo (o do Sandro) chegou a Genebra por volta da meia-noite e já havia um ônibus do CERN nos esperando para levar ao hotel, localizado no próprio CERN. Ao chegar ao hotel, levei logo um grande susto. Todos os colegas em duplas e em fila, no lado de fora, preparavam-se para fazer o *check-in*. Era uma madrugada fria e eu desejava muito tomar um gostoso banho e descansar um pouco. Foi quando cheguei para o Professor Nilson e solicitei subir direto para o quarto, já que o Almir, com quem dividiria o quarto, já havia chegado mais cedo e feito o nosso *check-in* e supostamente deveria estar curtindo seu agradável sono no quarto.

– Professor, posso subir para o quarto? O Almir já fez o nosso *check-in*.

– Não. O Almir não está aí.

Por um momento achei que o meu amigo havia perdido o voo, já que para que pudesse visitar o Museu Nacional de História Natural e da Ciência, ele teve que fazer malabarismos com o seu horário no sábado pela manhã em Lisboa. Mas se isso houvesse realmente ocorrido, com certeza ele já teria arrumado uma maneira de chegar até aqui. O que teria acontecido com meu amigo Almir? Esperei o Nilson acalmar um pouco e a fila reduzir e novamente fui ao professor.

– Professor, o que aconteceu com o Almir, ele não veio com o primeiro grupo?

– Sim, veio. Pode subir. O Almir está perdido em Genebra.

Eu e todos que ouviram o comentário do Nilson ficamos assustados. Como assim, perdido em Genebra? Sempre soube das aventuras

desbravadoras do meu amigo, mas sair do Brasil para se perder na Suíça? Tudo me parecia muito estranho e a preocupação começou a tomar conta de mim. Fui para o quarto e comecei a arrumar minhas malas, pois, depois dessa notícia, não tinha como dormir. Após uma hora de apreensão, lá pelas 2h da manhã, chega ao quarto o grande “aventureiro” e com a cara mais tranquila do mundo como se nada houvesse acontecido. Imediatamente comecei o interrogatório e descobri que o nosso amigo perdeu o penúltimo e o último bondes que iam para o CERN, pois ficou conversando com uma francesa que encontrou no centro de Genebra, treinando o idioma e conhecendo um pouco mais da cultura local! Após esse susto, meu, é claro, fomos deitar, pois no dia seguinte tínhamos a manhã livre e queríamos aproveitar para conhecer um pouco de Genebra.



Do CERN para o centro de Genebra conhecer alguns pontos turísticos (acervo pessoal).

O dia seguinte de manhã (domingo) era o único momento livre que teríamos durante a semana, de forma que Sandro e eu levantamos logo cedo para tomar café no restaurante do CERN e saímos para conhecer com certa tranquilidade o centro de Genebra. Saltamos na estação “Cornavin” e fomos caminhando por certos pontos turísticos de Genebra, tais como o “lac de Genève” (lago de Genebra) e o “Jet d’Eau” (jato d’água), com o intuito de chegarmos ao Museu de História Natural de Genebra.

Embora estivéssemos nos guiando pelo mapa e pela conversa que tive a respeito com o professor Nilson, que também iria visitar tal museu, precisei pedir pequenas informações em francês para habitantes locais.

Após realizarmos uma boa caminhada, Sandro e eu verificamos que o Museu de História Natural de Genebra estava com a entrada principal em reforma, de modo que somente reabriria para visitas no



Sandro (à direita) e eu na frente para o “lac de Genève” e o “Jet d’eau” (acervo pessoal).

nosso último dia em Genebra. Dessa forma, precisamos respirar fundo, tirar fotos na entrada do museu e arrumar um restaurante *fast-food* para lanchar antes voltarmos para o CERN.

Como sabia que o professor Nilson também havia ido ao museu, e certamente não tinha conseguido visitá-lo, ao encontrá-lo, perguntei-lhe se ele tinha ido ao museu a fim de brincar com ele, vendo sua reação. Após ele me responder que não pôde entrar, disse-lhe que Sandro e eu conseguimos ter acesso ao museu por outra entrada, já que a interdição era na entrada principal. Foi quando o professor Nilson olhou para mim expressando grande surpresa e certa chateação. Como era de esperar, disse-lhe, então, que era apenas uma brincadeira e que Sandro e eu também não conseguimos ter acesso ao museu. Daí, o professor Nilson relaxou e nós demos algumas boas risadas.

## **Palestras e visitas técnicas no LHC e CERN**

Tivemos um primeiro momento com Mick Storr (CERN), no qual recebemos as boas vindas e conhecemos um pouco mais sobre os objetivos do programa Escola de Física do CERN, que busca conectar o conhecimento dos professores com o dos alunos, sendo o professor um multiplicador de conhecimentos adquiridos, mantendo o interesse do aluno pelas ciências modernas, identificando alunos com potenciais e preparando para uma nova geração de futuros cientistas, modificando assim a maneira com que o nosso aluno vê a ciência.

No início da tarde de domingo estávamos num auditório do CERN aguardando as considerações iniciais do Pedro Abreu (LIP), as boas-vindas do Mick Storr (CERN) e palestras muito interessantes. A



Almir e eu no auditório do CERN para a 1ª palestra (acervo pessoal).

primeira foi a do José Mariano (LIP e IST), abordando a criação do CERN e a renovação da ciência europeia e com a qual pude (Almir) compreender aspectos que foram usados para justificar a construção do CERN, tais como a reconstrução científico-tecnológica da Europa e a aproximação entre países europeus no período pós-guerra.

Foram iniciadas neste mesmo dia as visitas aos experimentos do LHC, a começar pelo centro de visitantes do ATLAS, em que pudemos compreender conhecimentos da Física relacionados ao funcionamento do LHC, incluindo não somente aspectos da Física Clássica (campo elétrico atuando no aumento de velocidade de cargas elétricas, corrente gerando campo magnético e campo magnético curvando a trajetória de cargas elétricas), como também da Física Moderna e Contemporânea (relação energia-massa na relatividade restrita e supercondutores). Os responsáveis por nos conduzir nesta visita foram José Carlos (LIP) e Mick Storr, sendo que os professores acompanhados pelo Mick Storr compreendiam inglês razoavelmente.



Mick Storr explicando aspectos da Física relativa ao funcionamento do LHC (acervo pessoal).

Após voltarmos da visita ao ATLAS, todos os professores se reuniram para apresentar e discutir possíveis atividades para a sala de aula envolvendo a Física e as pesquisas relativas ao CERN e ao LHC. O professor Pedro Abreu abordou os Masterclasses e dentre os professores de ensino médio presentes os brasileiros apontaram algumas propostas e deram sugestões de páginas da internet onde podem ser obtidos materiais didáticos correlatos à Física Moderna e Contemporânea no âmbito do Ensino Médio.

No dia seguinte tivemos valiosas palestras com os professores Pedro Abreu e João Varela (LIP) e à tarde realizamos visitas à caverna eletrônica do CMS, ao centro de controle do CERN e ao AMS POCC. Na caverna do CMS, começamos a perceber mais claramente ainda os cuidados continuamente tomados em termos de segurança no trabalho, tanto pelo uso obrigatório de capacetes, mas também pelo medidor de radiação colocado na entrada de certos locais. Felizmente, sempre encontramos a luz destes medidores na cor verde em ambientes pelos quais passamos por perto ou entramos. Todos estes cuidados com segurança deixaram o grupo bem tranquilo, tanto que na descida de elevador estávamos bem felizes.



Parte do grupo descendo de elevador para visitar a caverna eletrônica do CMS (acervo pessoal).

Fiquei impressionado com o quantitativo de placas e fios presentes na caverna, cujo campo eletromagnético era tão intenso que havia alguns locais onde a orientação das filmagens ficava alterada, fazendo-as ficarem de cabeça para baixo. Outro aspecto que chamou a atenção foram os diversos monitores de computador frente aos quais ficam os físicos atuantes no CMS, tendo em vista minha curiosidade sobre como tantas informações são utilizadas por cada um deles. Soube que eles precisam estar atentos aos dados que se desviam de certos padrões,

“explicação” esta que, embora seja superficial, foi a que consegui obter. Por fim, o grupo ficou muito impressionado ao se deparar com a fotografia do detector CMS em tamanho real e colocada no local (“galpão”) onde foi montado.

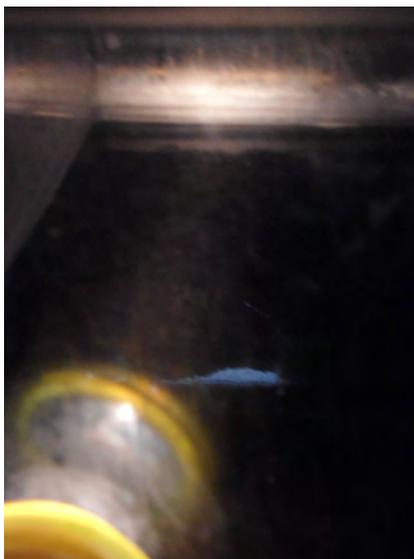


Professores da Escola de Física do CERN 2012  
na frente da foto do CMS (acervo pessoal).

Na terça-feira (dia seguinte) também tivemos excelentes palestras, mas destaco a da pesquisadora Clara Gaspar (CERN) acerca de aquisição de dados. Em sua exposição, foi esclarecido que, embora seja imensa a quantidade de dados gerados continuamente nos experimentos do CERN, apenas parte deles é selecionada (considerada “interessante”) para leitura no detector e armazenamento pelo “Trigger System”. Ao final de sua palestra, perguntei à pesquisadora Clara Gaspar quais os parâmetros da Física usados pelo sistema para realizar tal seleção em tempo real, a qual me respondeu que são energia e orientação do movimento após a colisão dos feixes.

Outra atividade marcante neste dia foi a sessão experimental com Mick Storr, na qual pudemos montar uma câmara de nuvens que pode ser construída em escolas sob certas condições. Foi fantástico po-

der construí-la, mas, sobretudo, conseguir visualizar radiação cósmica utilizando o feixe luminoso de uma simples lanterna.



Rastro de radiação cósmica (marca azul na horizontal) em câmara de nuvens construída na sessão experimental (acervo pessoal).

Podemos ver na foto acima o rastro de radiação cósmica em câmara de nuvens na sessão experimental mediante o uso de lanterna direcionada para o aparato experimental.

No terceiro dia de nossa passagem pelo CERN algo muito engraçado aconteceu. Durante a tarde, logo após a visita do PS/LINAC e antes de irmos para o centro de cálculo, ficamos alguns instantes esperando o grupo se reunir para irmos todos juntos até o próximo prédio. Foi quando avistei uma caixa enorme no pátio do galpão onde estavam sucatas e lixos para serem supostamente eliminados. Foi quando tive a ideia de trazer um dos parafusos para o Brasil como recordação e para ser apresentado para alunos e colegas como sendo uma peça que já havia sido utilizada no LHC. Almir não resistiu e também pegou um para ele, após a confirmação de um dos funcionários que se tratava de lixo para ser descartado.

Ficamos muito felizes de termos adquirido uma peça que possivelmente já havia sido utilizada em parte do LHC e hoje levamos os parafusos para cursos e seminários que apresentamos e o sucesso é grande, pois todos querem pegar e tocar em uma peça que já fez parte do LHC. Antes de voltarmos ao Brasil, Sandro e eu “autenticamos a procedên-

cia” dos parafusos quando estivemos no Microcosmo do CERN. Alguns dias após o retorno ao Brasil, recebi uma ligação do Almir informando que o parafuso que trouxemos estava magnetizado e chegamos a ficar preocupados se não haveria também a possibilidade de o parafuso estar com algum tipo de radiação. Claro que essa hipótese foi logo descartada, pois, como vimos, a segurança no CERN é muito grande e eficiente e jamais deixariam tal peça ao contato de qualquer pessoa se houvesse algum risco.



Sandro “autenticando o parafuso” no Microcosm do CERN (acervo pessoal).

Na visita técnica ao LHCb na quinta-feira à tarde, tive a feliz surpresa de encontrar o professor Leandro de Paula, do IF-UFRJ (que já conhecia do IF-UFRJ e do polo Campo Grande do CEDERJ/UAB), que nos explicou com grande clareza e precisão diversos aspectos científicos das pesquisas realizadas neste experimento em relação ao LHC. Além disso, realizamos visitas técnicas ao Globo e ao Microcosmo, dois excelentes espaços de divulgação científica do CERN e dos experimentos e pesquisas do LHC. Pudemos nos debruçar ludicamente nestes assuntos e compreendê-los melhor.

## **Cotidiano no CERN e atividades de integração do curso**

No cotidiano no CERN, encontramos diversas situações curiosas e bem interessantes. A principal delas envolve fazer as refeições ao lado de pesquisadores de diversos países do mundo e vivenciar a atmosfera das pesquisas realizadas no LHC. É muito interessante, pois acabamos “sentindo e respirando” certos aspectos de um imenso e mundialmente respeitado centro de pesquisa científica em Física.

Pudemos encontrar em diversas partes do CERN telas grandes de televisão LCD apresentando dados obtidos em alguns dos experimentos do LHC e pôsteres com informações e resultados de pesquisas desenvolvidas no CERN, tal como ocorreu no centro do CMS enquanto Sandro, eu e Rosa Maria estávamos lanchando, no último dia do curso no CERN. Como se pode visualizar na foto, além das telas LCD e dos pôsteres, havia ainda diversos cartazes com belas fotos do CMS.



Sandro, eu e Rosa Maria em lanchonete do centro do CMS (acervo pessoal).

No dia seguinte à tarde realizamos uma “caça ao tesouro” pelo centro de Genebra, a qual consistia em utilizar o mapa da cidade para chegar a alguns locais turísticos de caráter histórico e/ou cultural e obter as respostas para um questionário que recebemos no CERN. Como tínhamos certo tempo para realizar tal atividade, acabamos passando brevemente pelos diversos locais a fim respeitar tal tempo, mesmo embaixo de uma “chuvinha” em alguns momentos da tarde. Foi realmente um desafio muito interessante, pois pudemos ter contato e compreender um pouco sobre vários locais turísticos de Genebra e estreitar amizades com professores de Física do Ensino Médio de outras partes do Brasil, de Portugal e de alguns países africanos.

Após esta tarde interessante e enriquecedora culturalmente de caça ao tesouro no centro de Genebra, tivemos que nos dirigir para um restaurante, no qual não sabíamos ao certo o que iria ocorrer. Ao entrarmos, encontramos um ambiente caracterizado com artefatos e acabamentos típicos da Suíça e muito aconchegante e acolhedor, que possuía inclusive um grupo tocando músicas regionais e com ritmo bem divertido. Os professores ficaram muito felizes com esta excelente surpresa.



Professores brasileiros no jantar da Escola de Física do CERN 2012 (acervo pessoal).

Esse jantar foi outro momento que permitiu uma maior integração dos docentes participantes do curso no CERN. Ademais, tivemos no dia seguinte o churrasco português, que foi bem divertido, pois o grupo pôde se divertir bastante, cantando, dançando e conversando, possibilitando uma ótima integração entre todos os professores participantes do curso. No entanto, preciso destacar que embora o nome seja churrasco português, na programação do curso, não houve churrasco nos moldes brasileiros, mas sim frangos assados. Seja como for, as comidas estavam bem gostosas. Essas atividades foram essenciais para a integração do grupo e o sucesso do programa.

ESCOLA CERN PARA PROFESSORES DE LÍNGUA  
PORTUGUESA 2010: UMA REFLEXÃO SOBRE ESSA  
EXPERIÊNCIA A PARTIR DO RELATO DE  
DOIS PROFESSORES PARTICIPANTES

---

Jancarlos Menezes Lapa\*  
Querem Hapuque Felix Rebelo\*

O Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), um dos maiores laboratórios de pesquisa em Física no mundo, opera o maior acelerador de partículas já construído pelo homem, o *Large Hadron Collider* (LHC). O ano de 2012 foi especial para esse centro de altas energias, pois foi possível encontrar traços da partícula denominada *Bóson de Higgs*, que representa a chave do modelo padrão na explicação da origem da massa das partículas elementares. Apesar dessa expectativa, as atividades no CERN não se reduzem apenas a procurar essa partícula. Nele são realizados um sem número de outros experimentos, por equipes multinacionais e multidisciplinares, que ajudam a compreender melhor a natureza da matéria. Ocorre também uma série de programas e eventos para formação de pesquisadores, divulgação científica, etc.

Um empreendimento dessa natureza demanda gastos e esforços em proporções continentais, pois mobiliza a comunidade científica em torno de descobertas na fronteira do conhecimento da chamada Física de Partículas. Esse fato torna o CERN um lugar “mágico”, que só

---

\* Escola de Física CERN 2010.

imaginariamos em aventuras de ficção científica. Não por acaso, por lá passaram e passam vários indicados e premiados ao Nobel em várias áreas do conhecimento científico.

Felizmente, em 2010, aconteceu a possibilidade de conhecermos o maior acelerador de partículas do mundo por meio do edital promovido pela Sociedade Brasileira de Física. Entre fazer a inscrição e ser selecionado, ainda não tínhamos nos dado conta do que significava o resultado daquele edital. Depois que tomamos ciência da lista de selecionados, muita coisa passou a fazer mais sentido em nossas vidas. Saímos da condição de meros professores de Física e passamos a futuros visitantes daquele espaço mágico, que só víamos em livros e filmes.

Um sentimento de identidade passou a correr em nossas veias, pois nos sentimos mais físicos do que nunca, mesmo sem ter feito nenhuma grande descoberta nessa área. O simples fato de poder ficar de frente com um Prêmio Nobel de Física já nos colocava em um seleto grupo de pessoas privilegiadas, tomando por base que conheceríamos os mentores, em parte, daquilo que ensinávamos em nossas aulas. Melhor ainda, perceber que tais celebridades científicas são feitas de carne e osso e são tão humanos quanto nós. Mais do que conhecermos um lugar tão especial, a visita ao CERN representou uma renovação sem precedentes em nossas carreiras docentes, pois o orgulho em ser professor de Física ganhou força e legitimidade. Tentaremos aqui, se é que é possível, escrever um breve relato sobre essa experiência sem igual.

## **Conhecendo novos colegas e novos horizontes**

Ser selecionado para participar da Escola do CERN, antes de mais nada, representou uma experiência pessoal tremenda. Além de conhecer novos colegas docentes, tivemos a oportunidade de visitar o Velho Continente e presenciar diferentes culturas, das quais o pouco que conhecíamos advinha dos livros, filmes ou jornais.

O primeiro contato com o grupo de docentes selecionados aconteceu ainda no Brasil, no aeroporto de Fortaleza, onde se reuniram, para pegar o mesmo voo para Lisboa, os professores Jancarlos Lapa, de Salvador-BA, a professora Querem Hapuque, de Manaus-AM, e o professor Antônio Sobrinho, de Natal- RN. Este três representavam nada mais, nada menos do que os três únicos selecionados das regiões Norte

e Nordeste, entre o grupo de 20 professores. Isso serviu como ponto de partida de um vínculo afetivo que iria se perdurar por toda viagem. Aliás, nos autodenominamos a tribo do norte-nordeste, composta pelos índios Pataxó (Jancarlos), Manauara (Querem) e Potiguar (Antônio).

Após uma breve escala em Lisboa, em terras lusitanas, viajamos para nosso destino final em Genebra. Uma vez em solo suíço, tivemos nosso primeiro grande desafio: após longas horas de espera na esteira de bagagens do aeroporto, percebemos que nossas malas haviam sido extraviadas. Após comunicarmos o ocorrido à empresa aérea, a qual se prontificou a entregá-las assim que as localizasse, o que nos restou foi nos dirigirmos ao ponto de encontro na cidade de Saint Genis Poully, em território francês, na divisa com Genebra, apenas com as bagagens de mão, documentos e as roupas do corpo. Para nossa sorte, os quartos eram conjugados e nossos colegas puderam nos emprestar uma ou outra muda de roupa. Agradecimentos especiais ao professor João Paulo e à professora Marta Máximo pela gentileza. Para nossa sorte, ou não, as malas apareceram dois dias depois.

Superado o susto, já estávamos mais tranquilos e relaxados para seguirmos nossa aventura na Suíça. Os dias que se passaram no CERN foram surpreendentes. Sentarmos para almoçar era sempre uma aventura, pois, além de batalharmos um lugar para nos alocar, corríamos o sério risco de estarmos ao lado de um prêmio Nobel, e aquela sensação sempre batia um “frio na barriga”. Mais ainda, o restaurante talvez fosse o metro quadrado mais internacionalizado de Genebra.

Além da experiência com os colegas brasileiros, tivemos a oportunidade de conhecer outros professores de língua portuguesa com os quais intercambiamos ótimas ideias e projetos. Essa aproximação ganhou força no dia reservado pela comissão organizadora para uma espécie de gincana cultural em Genebra, que nos levou a caminhar, em equipe, por vários locais da cidade. Apesar de cansativa, a atividade valeu cada passo dado.

O grupo de brasileiros de 2010 foi bem eclético. Como já dito, havia professores de todas as regiões brasileiras, alguns mais jovens, com pouco tempo de carreira, e outros com vasta experiência profissional. É sempre bom conhecer novos colegas para podermos debater ideias e projetos para validarmos nossas práticas de sala de aula. Sem dúvida, a convivência com esse grupo representou um importante espaço dessa discussão. Sem falar dos momentos divertidos de descontração, como,

por exemplo, o vivenciado no terminal do ônibus Y, no aeroporto de Genebra, encenando o glorioso momento do choque de partículas<sup>1</sup>.

Após as atividades no CERN, alguns professores tiveram a oportunidade de conhecer um pouco mais da Europa, após terem seus respectivos planos de visita acadêmica aprovados. O professor Jancarlos Lapa, por exemplo, pôde visitar a L'Université Paris Descartes, filiada à Universidade de Paris 5. Na ocasião, pôde conversar com o professor de Ciências da Educação, Georges Louis Baron, de onde colheu importantes contribuições para suas atividades de doutoramento. Além disso, não precisa dizer que a simples visita de uma semana a Paris já representou uma experiência pessoal única para o professor brasileiro.

## A Escola no CERN

Considerado, hoje, o maior laboratório de pesquisa de Física Básica em funcionamento no mundo, o CERN é um laboratório que acolhe equipes multidisciplinares e multinacionais que investigam a natureza menor da matéria por meio de um acelerador de partículas denominado LHC (*Large Hadron Collider*) localizado a 100m de profundidade, com 27 km de circunferência e com a capacidade de acelerar feixes de prótons com 7 TeV de energia. O CERN funciona com aproximadamente 3.000 funcionários entre técnicos e cientistas e recebe pesquisadores de todo o mundo. Agregados ao acelerador existem quatro grandes detectores, capazes de observar detalhadamente os eventos importantes que ocorrem a partir das colisões dos feixes de partículas no LHC. Com isso, o CERN investiga a coesão do Universo, as interações fundamentais, as partículas elementares e as simetrias. Sempre trabalhando dentro de um arcabouço teórico conhecido como Modelo Padrão.

Em relação à participação na Escola do CERN, podemos dizer que se tratou de uma experiência fascinante. A atividade para professores é um programa replicado para outros países da Europa e que visa à difusão das atividades do CERN para além dos professores que participam do curso. O objetivo do programa é atingir, por intermédio dos docentes, os estudantes dos países envolvidos e assim difundir, divulgar

---

1 Vídeo produzido pelos professores brasileiros da Escola do CERN 2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E35Tke8LnTA>>. Postado pelo professor/participante Márcio Medina.

e incrementar as comunidades científicas locais, atraindo jovens estudantes para as carreiras relacionadas com a ciência e a tecnologia.

A Escola do CERN para professores foi dividida em várias atividades, tendo como base um curso oferecido em língua portuguesa por pesquisadores do CERN que tratava em síntese dos seguintes conteúdos:

- O CERN; Introdução a Física das Partículas; Física das Partículas e o Universo; Matéria e Antimatéria; Princípio de detecção de partículas; Os detectores; Aplicações da Física das Partículas; Física de altas energias; Aceleradores; Física das Partículas sem aceleradores; Sistema de aquisição de dados.

Além do curso foram realizadas visitas ao interior do CERN:

- Ao detector LHCb; ao detector CMS; ao detector Atlas; ao acelerador LINAC; ao PS/AD; ao centro de processamento de dados; ao Microcosmos; ao centro de controle.

Outras atividades ocorriam em paralelo, como, por exemplo, a “Revisão do Dia”, que consistia numa reunião ao final de cada dia onde eram discutidos os assuntos apresentados, elaboradas questões e dúvidas que seriam posteriormente respondidas durante o curso. Houve também uma sessão experimental, onde os professores aprenderam a construir uma câmara de nuvens<sup>2</sup> capaz de detectar partículas de origem cósmica. Ocorreram ainda palestras de temas mais gerais versando sobre o CERN e o programa de formação. Aconteceu também uma visita planejada pelo CERN à cidade de Genebra e atividades de confraternização entre os participantes do grupo.

A maioria das atividades foi mediada por pesquisadores de língua portuguesa, inclusive pesquisadores brasileiros que realizavam pesquisa ou estágio de doutorado, a exemplo do professor Vitor Oguri, da UFRJ.

## **Da importância da participação na Escola CERN para Formação de Professores – Algumas reflexões**

A oportunidade de participar da Escola CERN tornou-se um elemento renovador para a prática profissional dos professores envolvidos,

---

2 Vídeo produzido pelos professores brasileiros da Escola do CERN 2010. Disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=VanK\\_1j0TS0](http://www.youtube.com/watch?v=VanK_1j0TS0)>. Postado pelo professor/participante Dulcídio Braz Jr.

tanto como docentes de Física como pesquisadores em Ensino de Ciências e também como formadores de novos professores de Física, já que os Institutos Federais, por força de Lei, deverão oferecer 20% das suas vagas para licenciatura. Mas, sobretudo, o que chamamos a atenção é que essa experiência se reverte de importância em uma dimensão, onde ocorrem muitos debates e poucas ações: a elevação da autoestima ligada ao exercício da docência na Educação Básica. Experiência desse tipo, voltada para professores do Ensino Médio das redes públicas, valoriza e estimula o trabalho do professor. Logo, defendemos que experiências desse tipo sejam organizadas inclusive no interior de laboratórios brasileiros.

É consenso entre os que trabalham com ensino de ciências, no geral, e com ensino de Física, no particular, que o papel do professor de Ciências deve estar pautado, entre outros, em dois objetivos importantes:

1. na formação de cidadãos críticos em relação ao papel desempenhado pela Ciência e Tecnologia (C&T) na sociedade;
2. na necessidade de fortalecimento de uma comunidade científica nacional autônoma.

Precisamos estar preparados para o importante papel de vocacionar nossos estudantes para as carreiras científicas e também preparados para dar uma formação científica adequada para os cidadãos. Pensando nesses elementos, experiências como essa no CERN crescem em importância e não podem deixar de ser estimuladas pelo Estado Brasileiro.

O intercâmbio proporcionado por meio da convivência com pesquisadores de alto nível, da observação *in loco* do mais importante laboratório em funcionamento no mundo, do contato com uma comunidade de pesquisadores, desmistifica o fazer científico e ativa em nós, professores, o desejo de ampliar os conteúdos da Física Escolar para a fronteira da Física "Ciência". Atividades como essa devem ser exploradas na formação continuada de professores e também no alcance entre os estudantes brasileiros dos diversos Estados. Os professores envolvidos devem atuar como difusores dessa experiência, tanto em escolas como em outros ambientes, como as mídias eletrônica, escrita e falada.

A possibilidade de troca de experiências com professores de outros países é também um fator que não deve passar despercebido. As possibilidades da constituição de convênios, participação em projetos, cooperações, são elementos reais e que devem ser considerados na

decisão de se manter e ampliar a participação de brasileiros em cursos desse nível. O Estado brasileiro tem consciência das dificuldades encontradas para a formação inicial e continuada de professores de ciências no País. O déficit nessas carreiras é espantoso e o prejuízo sofrido pelos alunos, muitas vezes, irreversível. Essa realidade deve ser levada em consideração no momento de viabilizar novas experiências de formação aos professores dessas áreas. O programa de formação do CERN é um exemplo positivo de atração de professores e estudantes.

## Considerações finais

A Escola de Física do CERN se apresenta como um projeto pioneiro de divulgação científica para brasileiros, trazendo ao ensino discussões sobre a Física fundamental produzida no cenário mundial. Embora o Brasil não faça parte do grupo de países membros do CERN, os professores brasileiros têm a oportunidade de conhecer as fronteiras das discussões científicas por meio de projetos como esse.

Acreditamos que essas iniciativas conseguem trazer novas perspectivas às salas de aula de ensino de Física, haja vista que nosso ofício se propõe à disseminação e à produção de novos conhecimentos. Com experiências como essas, é possível potencializar a produção de novos materiais didáticos, de novas práticas de ensino e de divulgação científica.

## Referências

CENTRO EUROPEU DE PESQUISAS NUCLEARES, CERN. **Programa de Educação para Escolas**. Disponível em: <<http://education.web.cern.ch/education/>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

GARCIA N. M. D. **Nota de esclarecimento**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2010. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=212:escola-de-fisica-cern-2010-nota-de-esclarecimento&catid=74:julho-2010&Itemid=270](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=212:escola-de-fisica-cern-2010-nota-de-esclarecimento&catid=74:julho-2010&Itemid=270)>. Acesso em: 04 ago. 2010.



## VISITA AO CERN: DA TENSÃO CRIATIVA A UM NOVO MODELO PARA A MATÉRIA

---

Margareth Polido Pires\*

### Cheiro de criação

Chegamos ao CERN. Na superfície muitos prédios, galpões, instalações e contêineres... até onde a vista alcança. É MUITO grande. No horizonte, lindas montanhas, uma paisagem maravilhosa, que quase nos faz acreditar numa natureza intocada. Por outro lado, o entorno não nos deixa esquecer a presença do homem.

A primeira visita foi às dependências do ATLAS. Em frente a inúmeras telas de computador, técnicos controlam as máquinas e pesquisadores correm os olhos à procura de algo. São várias pesquisas em andamento, muitas nacionalidades, olhos cansados, a noite parece ter sido longa. Aqui e acolá se encontram antigos pedaços de antigos detectores. Peças que ficaram obsoletas, a tecnologia superando a si mesma num curto intervalo de tempo.

É muita gente pensando, criando, inventando, gerando novos modelos. O ambiente “cheira tensão criativa”... o “cheiro” é bom, muito bom. Muitos jovens, talvez doutorandos, outros não tão jovens, talvez esperançosos por estarem fazendo a diferença nesse espaço criativo.

É uma arte! Certeza!

---

\* Escola de Física CERN 2012.

## A caverna

Hoje entrei numa caverna. Não era uma caverna como outra qualquer. Não havia rochas, estalagmites, água gotejando ou brotando, nem morcegos ou cheiro de umidade. Nessa caverna encontrei um cenário bem diferente – muitas portas, bem altas e pesadas. Muitas delas necessitam de senhas e cartões para serem abertas, outras apresentam uma sofisticação ainda maior: varredura de retina!

Encontrei também uma quantidade inimaginável de fios – fiação elétrica por toda parte, entrando e saindo de tubos, conectando painéis que piscam intermitentemente, placas gigantes de circuitos eletrônicos. Há avisos um tanto incomuns: “Perigo! Radiação”; “Se a sirene tocar, dirija-se ao elevador”.

Que caverna é essa? Estamos na caverna do detector CMS. Mas não é só o lugar de um conhecido detector... a poucos metros dali está o túnel do LHC, o grande acelerador!

O barulho é diferente, em alguns locais é intenso demais – lembra um pouco uma usina hidrelétrica – em outros pontos, muito silêncio (... para onde foi aquele som?). Percorrem-se muitos corredores, subir e descer escadas de ferro, seguir por passagens estreitas. Os olhos não param de percorrer tudo à volta. Vez por outra dá uma sensação estranha... será dia? noite? inverno? verão? Ali, 100 m abaixo do solo, não se pode saber. Sem janelas, sem brisa, nenhuma referência externa, estamos muito próximos do acelerador! Não dá para não pensar que pode haver um feixe de prótons correndo alucinadamente à velocidade da luz por detrás da parede ao lado. Ou talvez eles já não estejam mais por ali, quem sabe já colidiram e inúmeras outras partículas estão partindo em diferentes direções, sendo captadas pelos detectores. Puxa, quem sabe um neutrino acabou de passar por mim! É claro que estamos numa zona segura. “Ali ao lado” é uma imagem reconfortante, mas há uma distância de cerca de 10 m até o acelerador. Separada por uma parede de concreto. Mas, para quem estava distante dele quase 10.000 quilômetros, 10 metros não é nada.

## Campus ou fábrica

Percebo que já domino mais esse espaço, consigo me localizar, ir e vir sem o mapa. Esse domínio implica perceber que já não olho com

estranhamento para tudo. Já sei os sons que irei encontrar, já consigo distinguir os prédios de operação dos escritórios ou dormitórios. Os edifícios, o gramado, os contêineres, os galpões, se compõem com mais naturalidade. Prova de que o conhecimento altera o significado das coisas. É sempre bom lembrar-se disso.

O espaço daqui parece num momento pertencer a um campus, noutra, a uma grande fábrica. Bem, mas é isso mesmo! De um lado, é um espaço de produção de conhecimento (o Campus), por outro lado, é uma fábrica de partículas (!!). Livros, papers, estudantes, pesquisadores, computadores... máquinas, outras máquinas, tubos de hélio, gruas... produzir e fabricar... fabricar e produzir...

Também já não causam estranhamento os avisos, os sinais luminosos, os bips, os funcionários de capacete, os jovens que trabalham ruidosamente. Tudo já parece estar onde deveria. Todos estão em sintonia com os ambientes. Os cumes das montanhas ao longe pela manhã se descobriram. Percebe-se claramente neve nos picos. A mesma leveza branca do gelo, que antes se confundia com as nuvens. Pensar que tudo é água é realmente delirante. Tanto ouvir sobre partículas causou esta vontade de ficar pensando na natureza das coisas. Estranha necessidade.

Hoje estive bem ao lado de um acelerador de íons e também visitei o centro de produção de antipartículas. Acompanhar o movimento da ISS em torno da Terra foi outro grande momento. A estação carrega um detector de radiação cósmica monitorado pelo CERN. Que coisa incrível! Também participei na construção de uma câmara de nuvens e fiquei contando as partículas que ali penetraram. A cada sinal delas, uma comemoração. Que coisinha engenhosa essa. O que a gente não inventa para ver o que não se vê! Noto que essa frase tem duplo sentido. Que seja.

## **A simplicidade da complexidade**

Criogenia, materiais supercondutores, ligas de titânio, altíssimo vácuo, superfluidos, slots... tudo isso tem muito de Física, mas são ferramentas de trabalho, portanto, aparatos tecnológicos. Quantos aparatos tecnológicos não foram pensados para dar conta deste empreendimento, aparentemente simples? Colocar dois prótons para colidir?

Tudo começa como sempre tudo começa, com uma ideia (não raras vezes um tanto vaga), depois é preciso planejar a forma de se es-

truturar a ideia, gerar um plano de ação. Olhando para o tal plano nos damos conta, então, de que nem tudo que precisamos já possuímos – a ideia a ser investigada é tão nova que não há ainda todos os recursos disponíveis... Parada para pensar em como construir o que ainda não temos. Parada tecnológica. Chamamos os engenheiros para entrarem em ação, criarem aquilo que está na cabeça de alguém e de mais ninguém. Os detectores do LHC... são camadas de diferentes materiais, cada qual tentando captar a presença de um visitante diferente, às vezes esperado, outras inesperado. Há então escolhas de material a serem feitas aqui. Materiais pensados? Então “tic”, resolvido. Depois, para que tudo funcione bem é preciso lançar mão da supercondução, mas a supercondução exige resfriamento absurdo. Parada então para resolver uma questão técnica... Como resfriar o local? Chamem os especialistas em criogenia! Problema resolvido? “tic”, vamos ao seguinte. As placas eletrônicas não se dão muito bem com a radioatividade... hum... Engenheiros elétricos e físicos, venham por aqui pensar numa solução... “Tic”. Mais problemas? Ah sim, mais um, bem pequeno... encaixar algo estupendamente pesado numa cavidade, numa caverna. Acionar novas equipes, talvez construir passarelas, guias, motores potentes, eixos de fixação... algo que permita fazer descer esse detector absurdamente grande por um túnel estreito e encaixá-lo num espaço bem definido. “Tic”.

Bem... qual o novo problema agora? Precisamos arquivar as informações que serão inúmeras e se formos arquivar tudo que será gerado não haverá espaço na Terra disponível para isso. Chamemos então os engenheiros eletrônicos e os especialistas em computação e encomendemos uma forma do sistema computacional fazer escolhas, guardar somente algumas informações, já descartando as demais. Mas, temos um pequenino problema... são cerca de algumas centenas de terabytes por segundo que chegam de informação e este sistema deve armazenar somente (!) alguns mega... Fácil? Então Pronto? Acabamos? Acho que sim. Agora só precisamos decifrar as informações que vierem.

Nossa, que simples! Era só isso?

Que empreendimento fascinantemente monstruoso é o CERN.

## **Finalmente, Higgs**

Acho que Dirac tinha razão... “toda solução matemática deve compreender uma realidade física”. A descoberta do Bóson de Higgs

não nos leva a essa ideia? Mas para além de uma belíssima solução matemática, temos também uma grande robustez e uma graciosa elegância. Qualidades que todo grande modelo físico deve ter. A descoberta desta nova partícula-campo fornece os ingredientes necessários para que o Modelo Padrão tenha todas essas qualidades. O mais interessante, uma vez que as qualidades se manifestam, o modelo passa a ser a máxima para a busca seguinte. Não foi assim com a Lei da Conservação? Com a grande máxima das simetrias? Tanta beleza, robustez e elegância não nos levaram a lugares inimagináveis? Com as conservações (bem, com as quebras de simetria a rigor) chegamos a Higgs e com o Modelo Padrão chegaremos um pouco mais além. É verdade que isso pode ser bem para o futuro. Mas, nem por isso menos interessante. Poderia Newton imaginar o que construímos a partir de suas leis de movimento? Também não foram os raios X nomeados dessa forma por representarem uma incógnita, um desconhecimento? Hoje os Raios X são radiações ultraconhecidas, utilizadas, temidas. Sim, o futuro recordará esse momento presente, a entrada de nossa nova “Tabela de Mendeleiv” – o Modelo Padrão – com toda beleza, robustez e elegância que fez por merecer.

O conhecimento avança mais um pouco. Ao avançar passa-se a ver o que antes não se via. Mais questões, dúvidas, indagações. E a ciência continua maquinando sua próxima conspiração...



## DESAFIOS SUPERADOS E CONHECIMENTOS COMPARTILHADOS NA ESCOLA DE FÍSICA CERN 2012

---

Rosa Maria de Alvarenga Leandro Oliveira\*

**I**ncentivada pela coordenadora geral do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Incentivo à Docência) da UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense), Professora Marília Paixão Linhares, fiz a inscrição para participar da Escola de Física do CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear) em Língua Portuguesa. Nunca imaginava que seria escolhida, mas enfim aconteceu, fui selecionada entre tantos professores de nível médio desse imenso Brasil.

Sou professora de Física formada pela UENF e atuo há 28 anos nas escolas públicas da maior cidade do interior do Estado do Rio de Janeiro, Campos dos Goytacazes. Atuo também como supervisora do projeto PIBID da UENF desde 2010.

Enquanto me preparava para a viagem, vivi momentos de muita incerteza e medo, principalmente porque estava me curando de uma pneumonia. Procurei atender as solicitações do Prof. Nilson Garcia de promover a divulgação do curso perante a mídia local. Um episódio muito interessante e até engraçado que ocorreu, uma nota publicada em uma coluna social de um jornal de grande circulação no município me fez avaliar o grau de desinformação das pessoas sobre o que representava o CERN e a responsabilidade que teria como divulgadora dos trabalhos desse grande centro de pesquisas. Dizia a nota:

---

\* Escola de Física CERN 2012.

### “Campista em Genebra

A professora de física, Rosa Maria de Alvarenga Leandro Oliveira, que atualmente leciona no Colégio Estadual João Pessoa, está entre os 30 brasileiros escolhidos a dedo, que participam em Genebra, do projeto audacioso para construção do maior acelerador de partículas do mundo, destaque na mídia como Partícula de Deus. Aplausos para ela!”

Conseguí junto ao Prof. Nilson Garcia a autorização para que meu marido me acompanhasse durante a viagem. Era uma forma de me sentir mais segura, principalmente em relação à saúde.

No aeroporto do Rio, no início da viagem, pude compartilhar minha ansiedade com os outros colegas fluminenses selecionados, Almir e Sandro, do Rio, e Luiz Alfredo, de Petrópolis. Embarcamos no mesmo voo rumo a Lisboa para conhecermos o LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas) e seus projetos, que têm colocado há algumas décadas Portugal na primeira linha de pesquisa em Física de Partículas, juntamente com outros países europeus parceiros do CERN.

## **Lisboa e o LIP**

Foram quase dez horas de voo, nunca havia ficado tanto tempo num avião. Para aliviar a ansiedade, procurava observar inúmeras pessoas bem mais velhas do que eu e que mostravam uma tranquilidade, uma naturalidade com a viagem, o suficiente para envergonhar qualquer “apavorada”.

Em Lisboa, ficamos hospedados no Hotel Alif, localizado junto à Praça dos Touros, emblemática casa de espetáculos que na ocasião promovia uma tourada, próximo à estação do metrô Campo Pequeno. Eu e meu marido optamos por passear no shopping no subsolo da praça. Durante o dia, fiquei intrigada com as poucas pessoas que circulavam pela praça, cheguei a perguntar a um comerciante onde estavam os portugueses. Ele carinhosamente me disse que era porque no verão a cidade ficava vazia e a maioria das pessoas estava curtindo as praias. Aí, tomamos conhecimento do comércio do subsolo e descemos para conhecê-lo. Gritei: Eureka! Achei todo mundo!

Tivemos o primeiro encontro com toda a equipe brasileira no saguão do hotel, numa reunião coordenada pelo Prof. Nilson Garcia e

da qual também participou o prof. Pedro Abreu, do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), responsável pela Escola de Professores em Língua Portuguesa no CERN. Houve as apresentações individuais, a revisão de toda a agenda de curso e a cobrança pelo fiel cumprimento dos horários. Depois fomos liberados para passearmos por Lisboa, visitando pontos de interesse cultural e científico. Vários grupos se organizaram, parecia que já nos conhecíamos há muito tempo, muita simpatia e uma natural afinidade se estabeleceu, típica do povo brasileiro. Fomos à Torre de Belém, ao Mosteiro dos Jerônimos, ao Museu da Marinha, numa tarde bem agradável. Na manhã seguinte, fomos conhecer o LIP, numa visita organizada pelo Prof. Pedro Abreu. Conhecemos as instalações dos laboratórios de computação avançada e de eletrônica e também participamos de videoconferência com o vice-presidente da Sociedade Brasileira de Física (SBF), Prof. Ronald Shellard. Tivemos nossa primeira palestra, que destacou os principais projetos que o LIP tem com o CERN, como o estudo do Bóson de Higgs, Quark Top e Quark Top Supersimétrico e projetos vinculados a outros centros de pesquisa localizados na Europa, Canadá e Argentina, como experimento AMS, Pierre Auger Observatory, SNO+, Detector GEM, Dosimetria Clínica e Proteção Radiológica e Póstron Emission Mammographi, um conjunto de projetos relevantes que envolvem a criação de detectores, o estudo da energia dos raios cósmicos, o estudo de partículas em locais inóspitos, como a caverna do Observatório de neutrinos de Sudbury, no Canadá, e o desenvolvimento de dosímetros para tratar células cancerígenas. No final, conhecemos o programa internacional de divulgação da Física de Partículas e Astrofísica por meio das Masterclasses.

## **Primeiras horas em Genebra**

Encerradas as atividades em Lisboa, fomos para a Suíça. Chegamos à noite no aeroporto de Genebra com mais alguns colegas da equipe e o Prof. Nilson Garcia. A ideia era apanhar um táxi para irmos logo para o CERN. No entanto, o Prof. Nilson insistiu para que apanhássemos um ônibus, na sua campanha de nos ensinar a economizar dinheiro. Ele sabia das despesas que teríamos pela frente. Eu particularmente reivindiquei bastante um táxi, mas no final dei razão ao professor.

Chegamos ao CERN, um lugar tão sonhado e me senti como “Alice no País das Maravilhas”. Na caminhada rumo ao hotel, o professor

foi nos ensinando a cortar caminhos, para que não nos perdêssemos, e fez uma parada para que lêssemos a placa que homenageava o local em que tinha sido inventada a Web (World Wide Web – www) com o objetivo de facilitar a comunicação entre os cientistas. Posamos todos para fotos. Vivi a primeira emoção no CERN.



Aqui nasceu a Web  
(acervo pessoal).

Deixamos a bagagem nos quartos e, no início, me desesperei pelo fato de os quartos serem de carpete, por conta da minha alergia respiratória, mas não tinha jeito. Naquela terra de clima muito frio eu tinha que aprender a conviver com o carpete, que era um tipo de piso bem comum. Vencido o susto do carpete, pegamos um bonde (veículo elétrico sobre trilhos) e fomos ao centro de Genebra para conhecermos alguns pontos turísticos. O lema era não falar em cansaço e acompanhar o ritmo de maratonista do Prof. Nilson Garcia. Vimos um relógio cujos números eram feitos de flores, a rua de pedras iluminadas que davam boas-vindas nas mais diferentes línguas, o restaurante em que o presidente americano Bill Clinton almoçou, vimos o famoso Jet d'Eau no Lago Léman e muitas coisas mais. Paramos para comer uma pizza, mais lições de como economizar dinheiro e abrir mão dos gostos pessoais em benefício da maioria. No caminho de volta ao CERN, nos perdemos do colega do Rio, ele por uns instantes se distraiu conversando com algumas pessoas no ponto e não percebeu quando o grupo apanhou o último bonde com destino ao CERN. Resultado: teve que pagar trinta e dois francos suíços num táxi. Isso serviu de exemplo para todos!

## **A semana de curso no CERN**

Demos início a nossa semana de curso, começando com uma palestra ministrada pelo Prof. Mick Storr, que atua à frente da formação

continuada do CERN. Um dos pontos altos do curso promovido pelo Prof. Mick foi a confecção da Câmara de Nuvens, como proposta de prática experimental para introduzir o estudo da Física de Partículas para nossos alunos do Ensino Médio. É um experimento simples, que serve para detectar partículas oriundas dos raios cósmicos. O curso na sua essência procurou dar subsídios para que o grupo de professores portugueses, brasileiros e africanos tivesse condições de promover a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Já no primeiro dia de curso, participamos de uma discussão com todos os participantes como forma de promover a troca de ideias e estratégias pedagógicas de como trabalhar com Física de Partículas em sala de aula. A maioria dos que se pronunciaram procurou enfatizar a utilização dos repositórios de objetos educacionais e práticas experimentais.

Durante toda a semana de curso tivemos muitas horas de palestras sobre os mais diversos temas, começando pela história e evolução do CERN e pelos principais projetos ali desenvolvidos. O CERN é uma organização internacional que construiu e colocou em funcionamento o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC (Large Hadron Collider). Foi no LHC que dois grupos de pesquisa independentes detectaram independentemente o Bóson de Higgs, com massa ao redor de 125,6 GeV no detector CMS e 126 GeV no detector ATLAS. O Bóson de Higgs completou o Modelo Padrão de Partículas Elementares e estava sendo procurado há mais de quarenta anos.

A palestra de maior duração em todo o curso (três horas em três dias) constituiu um curso ministrado pelo Prof. Pedro Abreu, intitulado “Introdução à Física de Partículas e o Universo”, que abordou numa linha do tempo os cem anos das grandes descobertas que permitiram o desenvolvimento da Física de Partículas, assim como temas ligados ao estudo da Cosmologia. A palestra “A Física de CMS e a participação em CMS”, ministrada pelos Prof. João Varela e Pedro Abreu, apresentou os resultados das pesquisas do Bóson de Higgs no LHC e as bases da Física envolvidas no funcionamento dos detectores ATLAS, CMS, ALICE e LHC-b. A Prof.<sup>a</sup> Clara Gaspar falou sobre o Sistema de Aquisição de Dados, destacando o potencial do Sistema Trigger por meio dos dados fornecidos pelo CMS. A Prof.<sup>a</sup> Sofia Andringa apresentou as experiências com os raios cósmicos, raios gama e neutrinos. O Prof. Luis Peralta destacou as experiências desenvolvidas na área da Física Médica. Todo o corpo docente do curso era composto basicamente de professores portugueses

ligados ao LIP, que faziam suas palestras gratuitamente, por isso o Prof. Pedro Abreu solicitou que todo o grupo procurasse respeitar os horários das palestras e não deixasse os professores aguardando; era uma forma de retribuir tamanha gentileza. Tivemos também as palestras de dois brasileiros, Prof. Ignácio Bediaga e Prof. Ronald Shellard, ambos do CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) do Rio de Janeiro. O primeiro falou sobre Assimetria Matéria-Antimatéria e da sua participação no detector LHC-b e o segundo finalizou o ciclo de palestras de todo o curso destacando o que era relevante para o grupo de brasileiros passarem para seus alunos, dentro de toda gama de conhecimentos adquiridos.

O curso contou com atividades de campo no turno da tarde que envolviam visitas aos laboratórios, centros de controle e centros de visitação pública do CERN. Visitamos o laboratório responsável em testar os equipamentos utilizados nos aceleradores, onde ouvimos explicações sobre o sistema de criogenia dos mesmos. Também visitamos o complexo em que se localiza todo o sistema de processamento de dados do CERN. No complexo do detector CMS, descemos até 80 m de profundidade, mas não chegamos a ver o detector, pois este estava em funcionamento. Fomos à central de comando do detector ATLAS, visitamos o AMS, experimento que estuda raios cósmicos antes de atravessarem a atmosfera terrestre. Visitamos o Globo, que se localiza na entrada principal do CERN, e o Microcosmo, ambientes voltados para a divulgação científica das atividades do CERN.



Visita à caverna do CMS acompanhada dos colegas portugueses (acervo pessoal).

Durante o curso tivemos a oportunidade de conhecer o centro de Genebra por meio da atividade “Caça ao Tesouro”, sendo que foram

visitados os principais pontos de atração de Genebra seguindo um roteiro previamente definido e que apresentava como desafio responder a uma série de questões sobre os locais visitados. Essa atividade foi feita em grupo, constituído por professores dos diversos países participantes da Escola. Foi muita caminhada pelas ruas de Genebra, que culminou com um jantar oferecido pelo CERN num restaurante típico suíço.

Durante a semana, em diversos momentos, discutimos nossas dúvidas com os colegas sobre os principais temas abordados para posteriormente apresentá-las ao grupo de professores na sessão “Esclarecimentos de Dúvidas”. Infelizmente, o tempo não foi suficiente para que todas as perguntas fossem feitas.

Para aliviar a rotina pesada do curso, o grupo pôde desfrutar de algumas horas de lazer, assistindo a um concerto de piano, jantando no restaurante no centro de Genebra e degustando um saboroso churrasco à moda portuguesa.

Dentre os inúmeros pontos positivos do curso é preciso ressaltar o elevado nível de preparo dos palestrantes, as excelentes instalações oferecidas ao grupo e a valiosa oportunidade de aprender o que existe de mais avançado no estudo da Física de Partículas e também a oportunidade de conhecer outras culturas e novas práticas docentes. Como ponto negativo, resalto a carência de propostas de exercícios que ajudassem na assimilação dos conteúdos das palestras. Seria interessante que nos próximos cursos os professores fossem levados ao laboratório de informática para realizarem atividades da “International Physics Masterclasses”.



Eu e o grupo de brasileiros no aeroporto de Genebra na viagem de volta ao Brasil (acervo pessoal).

Finalmente, depois de uma semana intensa, voltamos ao Brasil. Saímos de Genebra no sábado de manhã e à noite já estávamos em nossas casas.

## UMA VIAGEM AO CERN: O MUNDO DAS PARTÍCULAS

---

Rosemeire Aparecida Nunes Oliveira\*

**E**m 2011, fiquei sabendo que a SBF e CAPES levariam trinta professores brasileiros da área de Física, sendo destes vinte e cinco patrocinados pela CAPES, para uma formação sobre Física de Partículas, em Genebra na Suíça. Não me inscrevi, pois na minha concepção seria um fato impossível de acontecer, primeiro por não saber a língua inglesa e segundo por morar numa cidade interiorana do Estado de Mato Grosso do Sul, onde até hoje as pessoas imaginam morarmos em meio ao mato e a animais selvagens – quem iria selecionar uma matuta?

No ano seguinte, fiquei sabendo, pela coordenadora das Olimpíadas de Física do Estado de Mato Grosso do Sul, que as inscrições estavam novamente abertas e fui estimulada a me inscrever, levando em consideração que um dos requisitos seria o do professor inscrito estar ligado à supervisão do PIBID e trabalhar em vários projetos. Tendo em vista meus inúmeros projetos desenvolvidos com os alunos do ensino médio e também com os acadêmicos do PIBID, muitos colegas e professores universitários me incentivaram a tentar.

Como sou supervisora do PIBID e participo das Olimpíadas de Física desde 2009, fui também incentivada pelo coordenador do PIBID de Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Prof. Dr. Edmilson de Souza, que destacou minha capacidade de perseverar em meus trabalhos e meu comprometimento com projetos, o que me animou muito. Então, resolvi fazer a minha inscrição, com muito receio

---

\* Escola de Física CERN 2012.

se a CAPES financiaria um professor de MS, devido à minha visão de que o Estado não costuma participar de grandes formações na área da educação, principalmente fora do país. Nem me importei em saber se haveria a possibilidade de ser selecionada, porque eu não acreditava. Porém, no dia em que sairia o edital com o resultado da seleção, fiquei temerosa em abrir o edital. Como sou uma pessoa muito curiosa, deixei o medo de lado e ao ler o edital, para minha surpresa, meu nome estava lá, gritei, chorei fiquei muito emocionada, pois não é todo dia que um sul-mato-grossense consegue um feito como esse.

A primeira atitude a ser tomada foi pesquisar na internet como se adquire o passaporte, pois nunca havia pensado em ter um. Em segundo lugar, foi anunciar para o mundo inteiro que iria participar deste processo de ensino-aprendizagem, a formação de professores de língua portuguesa no CERN, em que todos os meus amigos e alunos, tanto do ensino médio como os acadêmicos, ficaram felizes e orgulhosos desta façanha. Fiz um *blog*, em que poderia trabalhar com meus alunos do ensino médio e pelo qual os mesmos poderiam interagir com perguntas/dúvidas a respeito de Física de Partículas e o que é o CERN durante a realização do curso.

No período que antecedeu a viagem, foram realizadas várias entrevistas sobre a minha participação na formação “Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa”. A primeira entrevista foi realizada pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, com o título *Supervisora do PIBID UEMS terá qualificação no maior laboratório nuclear do mundo*, as entrevistas foram feitas pelos jornais da cidade de Dourados, MS: *Diário - MS: Professora de Dourados vai ao maior laboratório de partículas do mundo*, jornal *O Progresso: Rosemeire Aparecida Oliveira, professora de física da Escola Vilmar Vieira Matos e supervisora do programa de iniciação à bolsa de docência da UEMS, que vai representar o MS no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares*, em Genebra e a TV Morena rede de telecomunicação local afiliada à Rede Globo de Televisão.

## A viagem

Foi a primeira vez que viajei de avião, foi uma experiência extraordinária. Ao chegar a Lisboa, do aeroporto fomos de táxi até o hotel Alif, onde nos acomodamos. No salão de conferência fomos recepcionados pelos professores Nilson Garcia, responsável pela Escola de Física CERN 2012 da Sociedade Brasileira de Física, e Pedro Abreu, Coordenador

das Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa, os quais nos passaram todo o cronograma das atividades inerentes à formação.

Com relação às atividades, iniciaram em Lisboa com a visita ao LIP, onde foi realizada uma breve apresentação da capacitação que teríamos no CERN a respeito da Física de Partículas. Ao efetuar a visita ao LIP, observamos que são realizados diversos experimentos importantes para a evolução da tecnologia. Foram visitados vários pontos turísticos de Lisboa, sendo o que mais me chamou a atenção foram a Torre de Belém, pela sua monumental beleza física, a expressividade artística e a representatividade da nação portuguesa; o Museu de Ciência Viva, onde verificamos que o próprio público tem acesso à prática de diversas experiências relacionadas com a Física, e o Oceanário, onde se encontram as mais diversas espécies de animais e plantas encontradas no mar.



Torre de Belém. Lisboa Portugal (acervo pessoal).



Museu de Ciência Viva. Lisboa Portugal (acervo pessoal).



Oceanário de Lisboa Portugal (acervo pessoal).

## **Estar em Genebra é algo formidável**

Genebra não é uma cidade muito grande e foi a partir de uma experiência que o grupo vivenciou, por meio de uma atividade denominada “*A grande caça ao tesouro da descoberta de Genebra*”, que conhecemos vários pontos turísticos desta cidade maravilhosa. Os professores foram divididos em grupos menores para iniciar a competição para ver quem chegaria primeiro ao restaurante Hotel Edelweiss; para isso, foi nos fornecido um mapa da cidade.

Ao sairmos do CERN, tomamos o eléctrico 14 do CERN e fomos para a Estação de Comboios “Cornavin” e, a partir dali, conhecemos vários pontos turísticos, como Place des Vingt-Deux Cantons, Quai des Bergues, Pont de La Machine, Bureau de Tourisme, Place Bel-Air, Place Neuve, Conservatoire de Musique, Parc des Bastions, busto de Jean Piaget, Rampa da Promenade de La Treille, Cafe Papon, Court de l’Hotel de Ville, Maison Tavel, Cathédrale Saint Pierre, Auditoire Calvin, La Clemence, Palais de Justice, Museu de Arte e História, Igreja Ortodoxa Russa, num total de vinte e quatro pontos visitados. Todos foram muito interessantes, porém o que mais se destacou em minha opinião foi o Le Jet d’Eau, que é a fonte de água que mais se eleva no mundo. Alcança os 140 metros. É um elemento místico da cidade, sendo considerado um monumento histórico.



Le Jet d'Eau, fonte de água em Genebra, Suíça (acervo pessoal).

## Aulas no CERN

Em Genebra, ocorreram aulas experimentais e visitas aos laboratórios muito importantes para o enriquecimento dos meus saberes sobre Física de Partículas. Para quem nunca havia tido aulas de Física de Partículas no Ensino Médio, era tudo novo e foi fascinante saber que a ciência na atualidade estuda o comportamento das partículas e que a origem de tudo é por meio da matéria.

Antes de apresentar um detalhamento das aulas transcorridas durante a formação, creio ser necessária uma definição do que é o CERN. De acordo com Kneubil (2013),

O CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares) é, hoje, considerado o maior centro de pesquisa de desenvolvimento científico e tecnológico do mundo. Nas suas instalações o conhecimento científico é gerado, os modelos teóricos são testados e o limite da ciência está presente em grande parte dos experimentos.

O CERN é o maior laboratório de Física de Partículas do mundo, ele está instalado na Europa, mas, devido à sua grande extensão (27 km de comprimento), se localiza próximo à fronteira da França com a Suíça, na cidade de Genebra. Neste laboratório estão instalados diferentes experimentos que buscam entender/compreender os constituintes fundamentais da matéria, por meio da colisão de feixes de prótons que chegam perto da velocidade da luz, que são energias extremas. Tem o formato de um círculo, onde estão as partículas prótons, as quais são

aceleradas; este aparato instrumental de pesquisa está situado a 100 m abaixo da Terra e contém quatro experimentos destinados a analisar o resultado das colisões dos feixes de prótons. Os aceleradores são: LHCb (Large Hadron Collider beauty), ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS), ALICE (A Large Ion Collider Experiment) e CMS (Compact Muon Solenoid).

As aulas foram realizadas em salas amplas, em que todos os participantes interagiam espontaneamente, independente de sua nacionalidade. No primeiro dia da formação, foi dado o início com a abertura da aula pelo professor Mick Storr, apresentando a história da origem do CERN, o qual afirma que a criação do CERN foi para desenvolver o mundo começando pela Europa, que, devido à Segunda Guerra Mundial, estava destruída, e, em 1945, foi preciso sua reconstrução política em que professores e cientistas poderiam colaborar com o progresso da Europa por meio da Ciência. Tal projeto de construção seria a partir da experimentação de grupos de professores de países membros aliados. Na atualidade, isso vem acontecendo e prova disto é o descobrimento da partícula de Bóson de Higgs. E também se realiza o estudo da matéria e da antimatéria, como afirma Bediaga, 2010:

A assimetria matéria-antimatéria observada até hoje nos experimentos continua insuficiente para explicar a ausência de antimatéria no universo. Estimativas indicam que essa assimetria teria que ser pelo menos um bilhão de vezes maior. Experiências que começam agora no acelerador LHC [...], especula[m] sobre a existência de novos *quarks*, além dos seis conhecidos hoje. Se isso for confirmado, seguramente teremos mais pares partícula antipartícula em que a assimetria matéria-antimatéria poderá surgir com maior intensidade. Os quatro grandes experimentos do LHC – cada um deles contando com seu próprio detector – irão estudar a assimetria matéria-antimatéria. Mas um deles, o LHCb (o “b” da sigla refere-se ao *quark bottom*), tem um programa quase que exclusivamente voltado para o tema.

Por meio dos experimentos realizados no LHC é que se pretende buscar o conhecimento da Ciência, sua origem e principalmente o início de tudo por meio estudo da matéria. Na atualidade, este centro de pesquisa mundial tem se preocupado em divulgar os estudos e também motivar tanto os professores como os alunos do Ensino Médio a terem o interesse pela ciência moderna, para que estes possam ser multiplicadores da educação científica.

## Referências

BEDIAGA I. A antimatéria e o universo. Coordenação de Física Experimental de Altas Energias (Lafex), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ). **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 268, 2010.

KNEUBIL, F. B. Explorando o CERN na Física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Universidade de São Paulo, v. 35, n. 2, p. 2401, 2013. Disponível em: <[www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)>. Acesso em: 26 maio 2013.



## CONHECER O CERN: A VIAGEM POR LISBOA E A ESCOLA JUNTO AO LHC (LARGE HADRONS COLLIDER)

---

Angela Maria dos Santos\*

### **A chegada à Europa e as visitas culturais e científicas em Lisboa**

**P**oder participar da Escola de Física para Professores em Língua Portuguesa no maior acelerador de partículas do mundo é simplesmente fantástico. A expectativa de conhecer grandes pesquisadores e as pesquisas desenvolvidas é, de fato, um tanto quanto indescritível. No entanto, tentarei passar um pouco do que foi, para mim, a viagem compartilhada com outros colegas brasileiros.

A primeira parada, após dez horas de viagem, foi em Lisboa - Portugal. Muitos de nós nunca haviam viajado de avião. E imagina, então, ir à Europa. Do aeroporto ao hotel optamos por ir de metrô. A primeira parada e o contato com a vida local foi a compra do bilhete de passagem. Neste primeiro momento, muitos de nós nos aglomeramos em frente à máquina da compra com muitas pessoas querendo fazer a mesma atividade ao mesmo tempo. Um rapaz português foi ao nosso auxílio. Comprados todos os bilhetes, embarcamos. No hotel, encontramos outro grupo de professores que havia chegado em outro voo e saímos para uma primeira atividade cultural em Lisboa, conhecer o Museu de Ciências da Universidade de Lisboa. Descer em qual estação de metrô? Qual a mais

---

\* Escola de Física CERN 2014.

perto? Primeira separação do grupo, alguns desceram antes, meu caso, e outros foram para outra estação, que depois percebemos era realmente a mais próxima. Infelizmente, a parte de Astronomia estava fechada para visitação, mas o restante do museu foi a primeira grande excelente experiência vivida. A parte do museu relacionada à área de Matemática, mostrando todas as c nicas, hipérboles e rela es práticas do cotidiano realmente me encantou. Além disso, claro, a sala do museu destinada às ciências físicas, onde muitos conhecimentos físicos podiam virar brincadeira. Tudo isso foi um grande motivo para a máquina fotográfica não parar de abrir e fechar seu obturador.

Não pudemos ficar muito tempo neste museu porque a primeira reunião do grupo já estava marcada para as quatorze horas. Primeira reunião no hotel, aguardamos alguns bons minutos para que todos chegassem. Ouvimos, então, a primeira de muitas explica es sobre a importância de respeitar horários.

Após a reunião, mais uma visita cultural, desta vez ao Castelo São Jorge. Local fantástico, vale muito a experiência de conhecê-lo. Infelizmente, na chegada ao castelo a bateria da minha máquina fotográfica acabou e fiquei feliz pela companhia dos colegas professores que compartilharam as fotos comigo quando do retorno ao Brasil e também por meu celular velhinho estar comigo, mesmo sem serviço de telefonia, e ter sido ele o salvador para eu ter algumas imagens próprias, que posso partilhar neste texto. O Castelo foi construído por muçulmanos na metade do século XI e   uma fortifica o muito grande, que serviu de moradia para o rei D. Afonso Henriques, para a corte e para o bispo. Hoje, é um espaço belíssimo de visita o ao sítio arqueológico que deslumbra tanto pelo tamanho como por toda a história que traz em suas edifica es, além da belíssima visão de toda a cidade de Lisboa e também de espaços para além do rio Tejo.

Não sei dizer se   o local mais alto da cidade, mas com certeza é um dos pontos mais altos e   um local que proporciona uma vista privilegiada de todos os pontos cardeais da cidade de Lisboa. Esta visita foi feita em um fim de tarde lindíssimo e com um pôr de sol fantástico.

O próximo dia na cidade de Lisboa começou com uma visita ao Laboratório de Instrumenta o e Física Experimental de Partículas – LIP. Uma palestra do Professor Pedro Abreu sobre as pesquisas feitas no LIP abriu as atividades. Este foi o primeiro contato que tivemos com as pesquisas relacionadas à Física de Partículas e também com dois dos colegas que vieram da África.



Castelo de São Jorge - Lisboa - Portugal (acervo pessoal).

Vista da cidade de Lisboa a partir do Castelo de São Jorge (acervo pessoal).



Após a palestra e a visita ao LIP, novas visitas culturais. Neste dia fomos visitar o Mosteiro dos Jerônimos e a Torre de Belém, dois locais culturalmente muito ricos e de grande significado para nós. O Mosteiro dos Jerônimos, além de uma arquitetura belíssima, guarda em suas paredes uma história fantástica, culminando com o fato de ter no interior da igreja, que fica conjugada ao mosteiro, os restos mortais de Vasco da Gama e de Luís de Camões. Vale demais a visita, tanto pelos aspectos históricos quanto pela beleza. Saindo do mosteiro, atravessando uma praça muito bonita e arborizada, chega-se ao rio Tejo, de onde, através de uma aparente ciclovia, faz-se uma caminhada muito agradável até chegar à Torre de Belém. Infelizmente, a visitação ao alto da Torre já havia encerrado quando chegamos, mas só a vista da arquitetura com o pôr do sol ao fundo já foi um presente fantástico de fim de um dia que já começou perfeito e terminou ainda mais lindo e prazeroso.

O último dia em Lisboa começou com bem menos professores, pois a maioria deles já havia ido a Genebra em voos anteriores. Este dia foi destinado à visita ao Pavilhão do Conhecimento, uma espécie de museu científico onde os visitantes podem brincar e se divertir com muita ciência e também ao Oceanário de Lisboa, um local lindo e que possui as mais diversas faunas e floras existentes em todos os oceanos do mundo. Os dois locais são fantásticos para qualquer visitante, mas para professores é uma visitação sem igual, pois apresenta o ensinamento vivo das espécies aquáticas e dos meios ambientes diversos, inclusive passando pelo friozinho da Antártica. Sem dúvida é um local de aprendizado indescritível.

Seria fantástico se tivéssemos nas cidades onde moramos um local ao menos parecido com o Pavilhão do Conhecimento, para que



Fachada da entrada do Pavilhão do Conhecimento (acervo pessoal).

podéssemos levar nossos estudantes. É um local onde o conhecimento é feito na prática, com explicações simples e muitas vezes divertidas. No Pavilhão, desde a entrada, o visitante já vai aprendendo, pela subida da rampa, a questão de fósseis nas pedras da construção. Possui uma oficina chamada DOING, na qual qualquer visitante pode passar horas construindo materiais e aprendendo com os instrutores que estão lá para auxiliar as construções e aperfeiçoar o conhecimento. É definitivamente uma visita fantástica. Não é possível, a um professor, conhecer Lisboa e não ir até o Pavilhão do Conhecimento.

Fechada esta etapa, malas prontas para o conhecimento em Física de Partículas, rumo ao CERN, em Genebra, Suíça.

## A Escola para Professores em Língua Portuguesa

Chegamos a Genebra no domingo, primeiro dia da escola no CERN. Chegamos e fomos direto para o almoço, porque às 14 horas deveríamos estar reunidos para a primeira palestra. Chegar ao CERN dá uma sensação de euforia, sonho de qualquer professor de Física. Já na entrada tivemos o prazer de ver de longe o museu do CERN, um dos pontos clássicos, mundialmente conhecido, ponto este que infelizmente, neste ano em que estivemos, estava fechado para manutenção.

A primeira atividade na VIII Escola de Professores em Língua Portuguesa foi no Auditório do CERN, local onde a descoberta do Bóson de Higgs foi anunciada. Imagine a emoção estar neste local histórico para compartilhar e aprender com pesquisadores responsáveis pelo trabalho de vários prêmios Nobel.

Neste primeiro encontro ficamos sabendo sobre a história da criação do CERN, a tentativa de cooperação civil em Física Nuclear em 1949 e a construção do LHC. Fomos apresentados a alguns dados do CMS (Compact Muon Solenoid), um dos detectores de partículas do LHC. Este foi o primeiro contato com o CERN, com alguns pesquisadores portugueses e também com os colegas professores de Portugal. A partir deste momento, a correria começaria: todas as atividades no CERN, muito bem organizadas, eram pontualmente definidas e muitas vezes acabávamos não tendo muito tempo para perceber algumas coisas no entorno, como o almoço ou o jantar ao lado de um prêmio Nobel, por exemplo.

Neste mesmo dia, após esta primeira palestra, fomos conhecer o SM18, o salão onde os testes da criogenia nos magnetos supercondutores foram feitos. Neste espaço existem modelos em tamanhos reais do tubo do acelerador de partículas. Neles é possível ver o local por onde as partículas passam quando são aceleradas, por onde passam os milhões e milhões de fios que precisam ser embutidos para levarem as informações aos computadores e também aos espaços dos supercondutores, banhados por hélio líquido, que refrigeram o sistema por onde circulam treze mil ampères. Primeira visita muito bem apresentada e fantástica.

Nos dias seguintes de Escola, tínhamos palestras no período da manhã com pesquisadores portugueses ou brasileiros e na parte da tarde sempre tínhamos alguma visita organizada, seja para algum dos detectores, para o AMS (Alpha Magnetic Spectrometer), para o Centro de Controle ou para o Microcosmos, um tipo de museu científico dentro do CERN.



Fachada do SM18 (acervo pessoal).

As palestras sempre eram muito ricas, algumas vezes muito densas, muitas vezes senti-me bem perdida, achando que não estava entendendo nada devido à quantidade de informações. No entanto, voltando para o Brasil, revendo os conceitos e preparando atividades para serem apresentadas aos colegas e alunos, percebi que tinha aprendido muito. Percebi, por exemplo, que os trabalhos no LHC geram informações para diversos tipos de pesquisa em muitas áreas e não apenas para a Física de Partículas. Muitas melhorias no campo da saúde, das comunicações e da informática são estudadas e pesquisadas no CERN.

O CERN tem um centro de visitas e um ramo voltado ao atendimento de estudantes de vários países que chegam para escolas que acontecem em períodos definidos, o que faz com que sua existência seja ainda mais importante do que se divulga na mídia.

As palestras que ocorreram em todas as manhãs, vejo agora, colocaram-nos a par de um mundo antes um tanto quanto desconhecido da Física de Partículas. Hoje sei um pouco mais sobre os múons, os píons e o Modelo Padrão. Conheço um pouco mais sobre as diferentes geometrias dos diferentes detectores do LHC, das energias envolvidas, sobre o fato de o Modelo Padrão não explicar determinados fatos e da importância de muitas pesquisas serem ainda necessárias no próprio LHC, para conhecermos os 96% do restante do universo.

As visitas foram enriquecedoras. Além do aspecto de estar junto a alguns detectores, os pesquisadores que nos acompanharam em algumas delas, em especial ao CMS e ao ATLAS, foram fantásticos, respondendo a todas as dúvidas que levantávamos e ainda nos atendendo com atenção e muita cordialidade. Elas também foram importantes para aumentarmos os vínculos com os colegas portugueses e africanos. Foi

um dos períodos no qual pudemos conversar e perceber as semelhanças e diferenças na questão educacional dos cinco países falantes da língua portuguesa participantes desta escola.

Em cada visita éramos apresentados a alguns aspectos práticos das pesquisas teóricas que ouvíamos durante as manhãs. Pudemos perceber o tamanho dos detectores, a região onde as partículas colidiam, partes onde cada tipo de partícula era detectada, além de contarmos, ao fim ou no início de cada visita, com protótipos dos detectores que podíamos manipular para aprender um pouco mais sobre o incrível mundo da Física de Partículas experimental.

Outra visita que merece um destaque é a do AMS, um detector de partículas que foi construído para ser colocado junto à Estação Espacial internacional. Nesta visita assistimos a um vídeo sobre o tempo de construção do equipamento e como ele foi transportado. Tivemos acesso à tela de monitoramento do detector, podendo acompanhar a cada segundo o deslocamento da estação espacial, além de podermos ver as imagens feitas por uma câmera acoplada diretamente na estação, imagem esta que, para mim, foi mais um ponto alto da visita.

No último dia, dia este em que os colegas portugueses partiram um pouco mais cedo, tivemos um pouco de tempo para passear pelo espaço onde o CERN está localizado. Neste passeio, com um pouco mais de calma, percebi os carros com a inscrição do CERN que transitam pelo local, a quantidade de bicicletas existentes, as ruas que possuem nomes de cientistas e a beleza do local, no meio de tantos prédios. Além de tudo isso, encontrei uma escola primária dentro do CERN, para atender aos filhos dos funcionários do local.

Apesar da correria de todos os dias, com muitas e densas atividades, a experiência na Escola foi enriquecedora, muito aprendizado foi internalizado, muitas amizades aconteceram, muito crescimento pessoal e profissional foi alcançado.

Agora, a expectativa de trazer para os estudantes e colegas um pouco do que foi visto no CERN, considerando o resultado do compartilhamento do aprendizado e da experiência vividos.



## UM PEQUENO RELATO DE UMA GRANDE EXPERIÊNCIA

---

Marcio Rogério Cardinal\*

### **A caminho da Europa**

**D**epois de três tentativas, finalmente fui escolhido para participar da escola de Física no CERN. Em 20 de agosto de 2014 chegou o grande dia. Saí de São Carlos, interior de São Paulo, a 230 km da capital, por volta das oito da manhã, em direção ao aeroporto internacional de Viracopos, em Campinas. Além de deixar a família e os amigos, deixei para trás uma cidade com o maior número de doutores por habitantes, com duas universidades públicas (USP e UFSCar), com renomados cursos de Física. Muitos doutores e pesquisadores gostariam de viver a experiência que eu me preparava para viver a partir daquele momento. Embarquei em Campinas rumo ao Rio de Janeiro, onde encontrei os professores da região Sul do país, além dos cariocas, para embarcarmos para Lisboa. Depois de nos conhecermos, iniciamos a viagem de 10 horas até Lisboa.

### **A passagem por Lisboa**

Chegamos a Portugal pela manhã (horário local). Nossa estadia em Lisboa contemplaria reuniões de trabalho, visitas ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas-LIP, a museus e a al-

---

\* Escola de Física CERN 2014.

guns pontos turísticos. Para aproveitar cada momento, deixamos a bagagem no hotel e fomos conhecer o Museu de História Natural e Ciências.



Fachada do Museu Nacional de História Natural e Ciências em Lisboa (acervo pessoal).

No museu, tivemos a oportunidade de conhecer um auditório onde ocorriam as aulas de Química, integrado a um laboratório, com vidrarias que foram usadas há séculos pelos alunos da Escola Politécnica de Lisboa e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. No mesmo museu, uma exposição interativa de Física levava os visitantes a entender as cores dos corpos, o funcionamento do avião, circuitos elétricos, propagação das ondas, o funcionamento de bobinas, etc. Visitamos rapidamente a exposição sobre jogos matemáticos e retornamos ao hotel para a primeira reunião de trabalho.

Na reunião do nosso primeiro dia em Lisboa, organizada pelo professor Nilson Garcia, conhecemos o professor Pedro Abreu, pesquisador do LIP e do CERN, um dos idealizadores da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa. Foi uma reunião de informes e de apresentações, quando, pela primeira vez, todo o grupo de professores brasileiros estava reunido, ou melhor, quase todo o grupo, pois um colega de Minas Gerais perdeu o voo e só chegou no dia seguinte.

Após a reunião, fui, com alguns dos professores, conhecer o Oceanário de Lisboa, um dos maiores aquários da Europa, com espécies que eu jamais havia visto, como o peixe-lua, por exemplo. Foi um fim de tarde e começo de noite com muito aprendizado, em uma verdadeira aula de Biologia.



Oceanário de Lisboa (acervo pessoal).



Exposição de tartarugas marinhas no Oceanário (acervo pessoal).

O segundo dia em terras portuguesas começou com uma palestra no LIP, onde pudemos conhecer a contribuição portuguesa no CERN numa palestra ministrada pelo professor Pedro Abreu. Conhecemos as dependências do laboratório e as pessoas que nele trabalham, inclusive o seu presidente, senhor José Mariano Gago, ex-ministro de Ciência e Tecnologia do país, que nos tratou de maneira cordial, simpática e com extrema humildade. Simpatia e humildade que proliferavam naquele lugar onde cientistas trabalhavam em parceria com o maior centro de pesquisa do mundo.

No final deste dia, tivemos tempo para conhecer a região turística da Torre de Belém, comer o famoso pastel, conhecer a Torre, o mosteiro dos Jerónimos, o monumento aos descobridores e o castelo de São Jorge. Fomos a locais que não se comparam a nada que vemos aqui no Brasil. Foram séculos de história passando pelos nossos olhos em uma tarde.



Torre de Belém (acervo pessoal).



Catedral da Sé, no centro histórico de Lisboa (acervo pessoal).

Chegamos ao sábado, terceiro dia em Portugal. Logo pela manhã, uma parte do grupo viajou para a Suíça. Devido ao fim das férias escolares, não chegaríamos ao CERN juntos por falta de passagens para todos no mesmo voo. Os professores que foram na manhã do sábado tiveram a oportunidade de conhecer Berna, onde visitaram o museu Einstein, segundo eles, uma experiência encantadora. Nós que ficamos tivemos tempo para conhecer o Espaço Ciência Viva, um espaço que não poderia receber melhor nome. Lá a Ciência se faz viver, nas curiosidades e nos experimentos interativos. Lembrei de meus amigos matemáticos,

que delirariam com as mesas de sinuca, onde as caçapas estão no foco, ou seja, independente de como você bate na bola, ela cai.



Mesa de sinuca em forma de hipérbolo, com a caçapa em seu foco (acervo pessoal).

No Espaço Ciência Viva, todos interagem com os experimentos. A bicicleta voadora é um deles: uma bicicleta que corre sobre um cabo de aço a seis metros do chão e, por ter o seu centro de massa desviado para baixo do banco, não cai do cabo.



Bicicleta voadora no Espaço Ciência Viva (acervo pessoal).

Outros experimentos chamavam a atenção, mas nenhum superava a cabeça servida na bandeja, uma ilusão de óptica onde a cabeça do visitante parecia estar servida num grande prato, rodeada de frutas enquanto o corpo parecia sumir.



Ilusão de óptica no Espaço Ciência Viva (acervo pessoal).

Além da exposição fixa, havia no espaço uma exposição itinerante, com experimentos simples do livro **Física no dia a dia**, de Rómulo de Carvalho, que usa objetos do cotidiano para ensinar conceitos da Física.

No final da tarde, retornando ao hotel, a expectativa aumentou: era hora de arrumar as malas para partir para Genebra, Suíça, onde conheceríamos o CERN.

## Chegada ao CERN



Transporte público de Genebra (acervo pessoal).

No sábado à noite, chegamos ao CERN (**Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire**), centro criado em 1952 que reúne atualmente 11.000 utilizadores, 21 países membros e consome 900 milhões de euros ao ano. Iniciamos a Escola no domingo à tarde, com uma palestra do pesquisador José Carlos Rasteiro da Silva sobre o CERN e as atividades na Escola. Juntamo-nos aos colegas de Portugal, Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe numa recepção de boas vindas organizada pelo serviço de relações públicas do CERN.

Nos dias que se seguiram, alternaram-se palestras e visitas aos experimentos. Logo na manhã do segundo dia, iniciou-se o curso de Física de Partículas, com o professor Filipe Rafael Joaquim, que nos deu aulas sobre conceitos básicos. Conhecemos a sala onde está o primeiro acelerador instalado no CERN, com paredes que abrigam fotos dos idealizadores do centro, além de quadros que relatam a história e as descobertas feitas ali.

Conhecemos o local onde os equipamentos, como os magnetos, são preparados e testados para serem instalados nas cavernas: uma aula de organização e alta tecnologia.

Separados em grupos com professores de vários países, realizamos na terça-feira a primeira visita a uma caverna e fomos conhecer o LHCb, a 100m de profundidade.



Grupo de professores em visita ao LHCb (acervo pessoal).

Depois do LHCB, conhecemos o centro de informática do CERN. Os dias se seguiram com várias palestras sobre Física de Partículas e sobre os experimentos. Em todas as palestras, ouvimos a importância das pesquisas para entendermos de onde viemos e para onde vamos, mas, em muitas delas, era enfatizado o legado que as pesquisas deixarão para a humanidade. Afinal, conhecemos obras de engenharia fantásticas que contribuíram e continuarão contribuindo para o desenvolvimento em várias áreas.

Uma das contribuições das pesquisas na área de saúde foi detalhada pelo professor Luis Peralta, do LIP. Com o título: “Feixe de íons contra o câncer”, ele explicou como a Física de Partículas pode ser utilizada para detectar tumores até 100 vezes menores dos que são detectados pelos métodos hoje utilizados. A pesquisa já dá frutos e centros médicos da Europa utilizam aparelhos de diagnóstico que usam a tecnologia.

Visitamos o ATLAS na quarta-feira, um dos locais onde foi detectado o famoso Bóson de Higgs. Em seguida, construímos uma câmara para detectar partículas, mostrando que a radiação é maior na superfície do que nas cavernas. Raios cósmicos passavam por uma câmara saturada com álcool, deixando rastros.

No penúltimo dia da escola tivemos uma atividade diferente, de integração, colaboração e dedicação pelas ruas de Genebra. Uma espécie de gincana foi organizada pelos professores para socializar os colegas de diferentes países, além de conhecermos, mesmo que de passagem, os pontos turísticos e históricos da cidade.

Depois de uma semana intensa, chegamos ao último dia de escola num misto de saudades e aquele “gostinho de quero mais”. Assistimos a uma palestra do professor Pedro Abreu sobre matéria escura, mas a expectativa crescia para a palestra com o diretor geral do CERN, o professor doutor Rolf-Dieter Heuer, que reservou um espaço na sua agenda para uma conversa informal conosco. Foram 20 minutos em que, todos atônitos diante de uma pessoa tão importante para a Ciência, ouviram atentamente as explicações sobre a grandiosidade daquele centro.

Embora grandioso, o CERN é feito de pessoas e, mesmo maravilhado com toda a tecnologia e sabedoria que emanam naquele lugar, o que mais me chamou a atenção foram as pessoas. Os colegas professores brasileiros representavam a diversidade do nosso país e acrescentavam, em cada explanação, em cada pergunta e em todos os momentos de

convívio, uma experiência e um conhecimento novo para o grupo. Os cursistas portugueses foram os nossos guias na Europa. Os africanos nos apresentaram com seus sorrisos abertos, mesmo relatando a dificuldade que encontram para terem condições de trabalho e de vida em seus países. Os professores Nilson Garcia e Nelson Barrelo cuidaram como mestros de toda organização. Os palestrantes portugueses nos ensinaram que uma pessoa com conhecimento amplo também pode ser simpática e principalmente humilde, nos dando, a todo momento, amostras deste conhecimento, simpatia e humildade.

Vivemos alguns dias no único lugar do mundo em que você toma café no mesmo local que ganhadores do prêmio Nobel, anda de transporte público com o senhor Jack Steinberger (Nobel de 1988), tem a oportunidade de conversar com ele e provavelmente cruzar pelos corredores com futuros ganhadores do prêmio.

Terminamos a escola com a mensagem de uma colega de Moçambique que, no espaço reservado para que fossem explicados os sistemas educacionais de cada país, relatou todas as dificuldades (e não são poucas) que o professor encontra no país africano, mas terminou dizendo



Eu e o Dr. Jack Steinberger, prêmio Nobel de 1988 (acervo pessoal).

uma frase que emocionou a todos: “Mas depois de ter relatado todas as dificuldades, eu queria falar a coisa boa: a coisa boa é que, mesmo com tudo isso que eu falei, eu e meus alunos saímos de casa cedo para irmos até a escola para aprendermos alguma coisa”. Tenho certeza que, após os dias passados na escola, ela, assim como nós, sairá de casa cedo mais entusiasmada para aprender alguma coisa, e os alunos dela, e os nossos, terão mais prazer em aprender, pois os dez dias que lá ficamos serviram para percebermos o valor de cada pessoa, o valor da humanida-

de e o valor da Ciência, que serão transmitidos aos discentes com quem trabalharemos nos próximos anos.



No auditório, aguardando o início da atividade (acervo pessoal).



Ouvindo a explicação do eng. José Carlos Rasteiro Da Silva (acervo pessoal).

# CERN: PESQUISA, INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

## UNINDO OS POVOS

---

Wagner da Cruz Seabra Eiras\*

### **A Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa 2011**

**N**a atualidade, é inegável a presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais. A Física apresenta-se como um poderoso instrumento de democratização, inclusão e desenvolvimento social, permitindo ao cidadão debater, opinar e tomar decisões sobre temas contemporâneos como produção e economia de energia, meios de comunicação e transporte, exames e tratamentos médicos, preservação ambiental, nanotecnologia, entre outros. Além disso, a Física promove novas tecnologias para resolver os problemas atuais que, em muitos casos, são gerados pelo próprio desenvolvimento social.

O CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear), um dos maiores e mais respeitados centros de pesquisa em Física na atualidade, desenvolve projetos de inovação e pesquisa para investigar como a matéria foi criada nos primeiros momentos do universo, a fim de compreendermos sua constituição e podermos responder quem somos e para onde vamos, entre várias outras perguntas.

O CERN também desenvolve vários programas com o objetivo de transferir o conhecimento produzido para a sociedade e inspirar

---

\* Escola de Física CERN 2011.

jovens para a carreira científica, tais como o Programa de Verão para Estudantes de Física, o Programa para Jovens Pesquisadores de Física de Altas Energias, a Escola de Professores no CERN, entre outros.

A Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa realizada em 2011, da qual participei, foi bastante densa em relação ao conteúdo acadêmico desenvolvido, exigindo bastante de seus participantes. A Escola foi estruturada basicamente em dois períodos. Nos períodos da manhã, ocorreram palestras de Introdução à Física das Partículas e suas aplicações. Nos períodos da tarde, aconteceram visitas às instalações e laboratórios do CERN.

Apesar de considerar que todas as atividades desenvolvidas na Escola exerceram e exercem grande influência na minha vida profissional, neste depoimento irei relatar momentos que, no meu entender, tiveram um significado marcante na minha formação como professor e cidadão.

## **Palestras sobre conceitos básicos de Física das Partículas, aceleradores e aplicações**

Em todos os dias da Escola, no período matinal, além do estudo dos conceitos básicos de Física das Partículas, desenvolvido pelo Dr. Pedro Abreu, do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental (LIP), também foram apresentadas várias palestras: Princípios de detecção de partículas (Dra. Ana Maria Correa - CERN), Assimetria entre matéria e antimatéria, violação carga-paridade e participação brasileira no CERN (Dra. Carla Gobel - PUC/RJ), Controle de aceleradores frios (Dr. Paulo Gomes - CERN), Detector CMS e a participação portuguesa no CERN (Dr. André David - LIP), Sistemas de aquisição de dados (Dra. Clara Gaspar - CERN), Física aplicada com aceleradores (Dr. João Guilherme Correia - ITN), Aplicações da Física das Partículas (Dr. Luís Peralta - LIP), Física das Partículas e o universo (Dr. Jorge Dias de Deus - IST), Física das Partículas sem aceleradores artificiais (Dra. Sofia Andringa - LIP), o detector ATLAS e a participação portuguesa (Dr. Antônio Onofre - LIP) e questões em aberto na Física de Partículas e no universo (Dr. Gaspar Barreira - LIP).

A Escola foi iniciada com a palestra introdutória sobre o CERN e a organização dos seus laboratórios, proferida pelo Dr. José Carlos da Silva (LIP). Durante essa palestra, fiquei perplexo com a grandiosidade do

LHC (*Large Hadron Collider*, em português, Grande Colisor de Hádrons) ilustrada no *slide*. Neste *slide* foi mostrada a região de fronteira entre a França e a Suíça e a localização e a extensão do LHC, com seus 27 km de perímetro, repousando numa profundidade média de 100 m.

Nessa palestra, a emoção também se fez presente quando foram apresentados os cientistas laureados com o Prêmio Nobel pelas pesquisas desenvolvidas no CERN. Entretanto, quando o palestrante relatou que a rede de alcance mundial *World Wide Web* (WWW) foi criada no CERN por Tim Berners-Lee, em 1989, percebi que estava num local singular. O WWW é o sistema de documentos hipermídia interligados e executados pela Internet em todo o mundo e foi desenvolvido para facilitar a transmissão de dados entre os pesquisadores do CERN. A emoção também se fez sentir quando pude ver a sala em que Tim Berners-Lee trabalhou e desenvolveu o WWW.

No estudo sobre os conceitos básicos de Física das Partículas, o Dr. Pedro Abreu, coordenador das Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa, percorreu mais de cem anos de ideias, teorias e experiências deste campo da Física. O palestrante citou, entre outros, o trabalho de Joseph John Thomson sobre a descoberta do elétron, em 1897, que configurou o modelo do átomo conhecido como “pudim de passas”. Também citou o trabalho de Ernest Rutherford que, em 1911, apontava a necessidade da existência do núcleo atômico positivo, resultando no modelo planetário de átomo, no qual elétrons giram em órbitas circulares ao redor do núcleo atômico. O próton só foi descoberto em 1919, quando o próprio Rutherford arrancou prótons do núcleo de hidrogênio, bombardeando-o com partículas  $\alpha$  (BALHAZAR; OLIVEIRA, 2010). Com a aplicação das ideias de quantificação para os átomos, realizada por Niels Bohr em 1913, e a descoberta do nêutron por Chadwick, em 1932, o modelo de átomo até então, constituído de prótons, elétrons e nêutrons, nas palavras do Dr. Pedro Abreu “era simples, fácil de fixar e ainda ensinado nas escolas”. Esta frase me transferiu do cenário histórico e científico descrito pelo palestrante para a realidade da escola atual, na qual a Física ainda descreve o mundo modelizado no início do século XX, enquanto os professores e alunos estão imersos num contexto repleto da Física do final do século XX e início do século XXI.

Ainda tratando de fatos do início do século XX, o Dr. Pedro Abreu continuou sua palestra mostrando como a Física das Partículas foi incorporando e interligando ideias e resultados de pesquisas de vários

cientistas ao longo dos anos, até resultar na necessidade da proposição de um novo modelo de constituição da matéria, o Modelo Padrão. Este modelo é constituído de quarks, antiquarks – num total de 36 partículas – e léptons e antiléptons – num total de 12 partículas. Além dessas partículas e antipartículas, temos oito partículas responsáveis pela interação nuclear forte entre os quarks, denominadas de glúons. Temos ainda o fóton, partícula mediadora da interação eletromagnética e os três bósons de gauge ou bósons vetoriais intermediários ( $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$ ), partículas mediadoras da interação nuclear fraca, responsável pela desintegração das partículas. Como partícula mediadora da interação gravitacional, o Modelo Padrão prevê a existência do gráviton, ainda não detectado (SALMERON, 2011). O Modelo Padrão também prevê a existência do bóson correspondente ao mecanismo de Higgs, proposto pelo inglês Peter Higgs, em 1964, como a partícula responsável pela geração da massa dos bósons de gauge, mas até então não detectada (BASSALO; CARUSO, 2011; ABDALLA, 2006).<sup>1</sup>

Durante as palestras, era perceptível a ansiedade dos professores participantes da Escola e dos pesquisadores do CERN sobre a possibilidade ou não da detecção do bóson de Higgs. Em vários momentos, percebi o desejo velado de alguns pesquisadores do CERN em não detectar o bóson de Higgs, gerando assim mais questionamentos a serem respondidos, mostrando que são perguntas que movem a ciência, e não somente as respostas.

Entretanto, em julho de 2012, milhares de técnicos e cientistas de várias nacionalidades festejaram a descoberta do bóson de Higgs nas experiências realizadas no CERN. Além do mérito científico, esta descoberta mostra como a cooperação entre as nações aponta o caminho para o enfrentamento dos grandes problemas de hoje.

Retornando à palestra do Dr. Pedro Abreu, na qual foi apresentada a descrição do “zoológico” de partículas, o palestrante, com o intuito de acalmar os ouvintes, lembrou a frase do cientista Enrico Fermi, dirigida ao seu aluno Leon Lederman e futuro prêmio Nobel: “Se eu conseguisse lembrar os nomes dessas partículas, teria sido um botânico”.

Apesar dos risos surgidos na plateia, caracterizando um relaxamento momentâneo, a afirmação anterior do palestrante, enfatizando o fato de a escola atual ainda ensinar o átomo do início de século XX, continuava a me incomodar, fomentando a minha vontade em elaborar

---

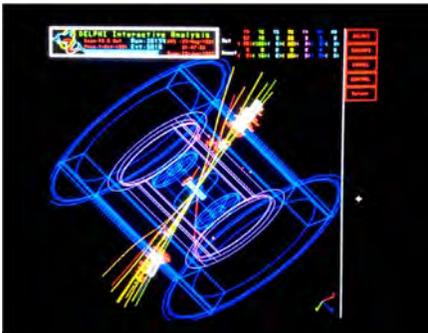
1 Quando da minha participação na Escola de Física CERN 2011, o Bóson de Higgs ainda não havia sido confirmado, o que aconteceu somente em 2012.

e executar ações que pudessem cooperar na reestruturação da escola estática e ultrapassada.

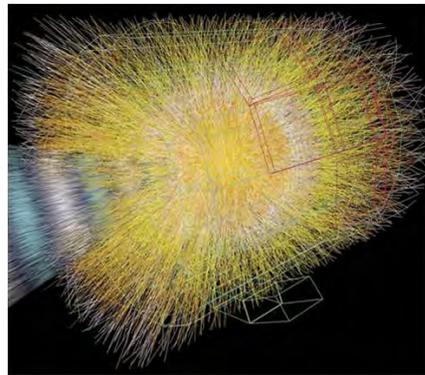
O Dr. Jorge Dias de Deus (IST), em sua palestra sobre a Física das Partículas e o universo, salientou que a nova concepção do átomo só foi possível graças ao estudo dos raios cósmicos e da utilização dos aceleradores artificiais de partículas como o LHC. A função básica do acelerador é acelerar partículas, promover colisões e detectar o produto resultante destas colisões. Ainda segundo o palestrante, as partículas são aceleradas até atingirem altas energias, para que o comprimento de onda associado à partícula possibilite investigar estruturas cada vez menores. Quem sabe algum dia poderemos investigar o interior dos quarks, ressaltou o Dr. Jorge Dias de Deus.

Diante da exposição do palestrante, eu experimentava a agradável sensação de conhecer a aplicação da hipótese do físico francês Louis de Broglie sobre a natureza ondulatória da matéria que, em 1924, completou o modelo da dualidade onda-partícula para objetos microscópicos (PIETROCOLA *et al.*, 2010), normalmente abordado timidamente nas aulas de Física do Ensino Médio.

Para enfatizar como as experiências realizadas no LHC possibilitam a obtenção de muito mais informações do que em outros aceleradores, o Dr. José Carlos da Silva (LIP) apresentou a fotografia de uma colisão entre duas partículas, na experiência DELPHI, realizada no LEP (*Large Electron-Positron Collider*, em português, Grande Colisor Elétron-Pósitron), antigo acelerador do CERN, em 1989 (Figura 1) e, logo após, apresentou outra fotografia, de uma colisão realizada atualmente no LHC, na experiência ALICE (*A Large Ion Collider Experiment*) (Figura 2).



**Figura 1:** Colisão no LEP (1989).



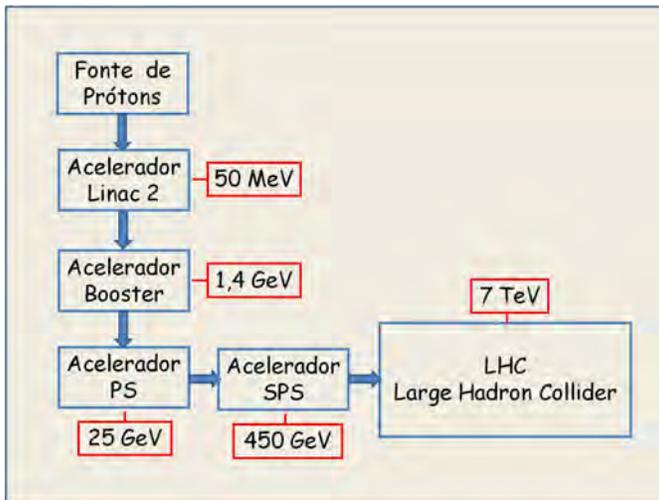
**Figura 2:** Colisão no LHC (atualidade).

A enorme quantidade de informações obtidas com a utilização do LHC em relação às informações obtidas na experiência realizada no LEP, visualizada no *slide* pela intensidade da luminosidade resultante da colisão, causou-me enorme emoção, ainda mais após saber que se os dados obtidos em um ano de experiências no LHC fossem armazenados em *compact discs* (CDs), seria formada uma pilha de vinte quilômetros de altura.

A partir de cada informação enunciada pelos palestrantes da Escola, eu observava a feição exclamativa e entusiasmada dos participantes. Entretanto, uma pergunta me incomodava: por que as partículas podiam atingir uma energia muito maior no LHC do que no LEP? O que ele tinha de tão especial e particular além de sua extensão?

Na palestra do Dr. Paulo Gomes (CERN), isto ficou esclarecido. O LHC é parte de um complexo de aceleradores. Cada acelerador fornece energia aos prótons gradativamente até serem lançados no próximo acelerador e assim sucessivamente, até chegarem ao LHC.

Inicialmente, os prótons provenientes do acelerador LINAC 2 (*Linear Particle Accelerator*, em português, Acelerador Linear de Partículas), com energia de 50MeV, são injetados no PS Booster (*Proton Synchrotron Booster*, em português, Síncroton de Prótons Booster), sendo acelerados até 1,4GeV. O feixe de prótons é então injetado no PS (*Proton Synchrotron*, em português, Síncroton de Prótons), atingindo 25 GeV. Depois os prótons são lançados no SPS (*Super Proton Synchroton*, em português, Super Síncroton de Prótons), onde atingem a energia de 450 GeV e, finalmente, dois feixes de prótons são enviados ao LHC (Figura 3).



**Figura 3:** Esquema do complexo de aceleradores do CERN.

Os dois feixes de prótons são lançados no LHC em sentidos opostos, podendo ser acelerados durante 20 minutos para atingirem o ápice energético de 7TeV cada um, a uma velocidade igual a 99,9999991% da velocidade da luz no vácuo ( $3.10^8$  m/s). Nesta velocidade, cada feixe de prótons circula 11.245 vezes o anel do LHC em um segundo. Para se compreender o porquê de o universo ser assim como nós o conhecemos, são provocadas 600 milhões de colisões em cada segundo, gerando as condições de  $10^{-12}$ s após o *Big Bang* (LEFEVRE, 2009).

Segundo o Dr. José Carlos da Silva (LIP), ainda não havia sido atingido o ápice energético de 7TeV para cada feixe de prótons no LHC. Até 2011, cada feixe de prótons havia alcançado a energia máxima de 3,5 TeV. Entretanto, era evidente a expectativa entre os cientistas e pesquisadores do CERN sobre o que será observado quando se produzirem feixes de 7TeV.

Fiquei admirado ao perceber que os postulados da relatividade estavam sendo testados e utilizados continuamente nas experiências realizadas no LHC mais de um século após sua formulação por Albert Einstein (BRAZ JUNIOR, 2002). Geralmente, nas aulas de Ensino Médio, a relatividade é apresentada por meio de uma abordagem teórica e descontextualizada, restringindo-se ao enunciado de seus postulados e de suas consequências em situações imaginárias e ainda pouco necessárias para o entendimento do mundo. Entretanto, nas experiências realizadas no LHC, a relatividade apresenta-se como “ferramenta” fundamental para a compreensão da constituição da matéria e do universo no qual vivemos.

Fiquei bastante entusiasmado com a palestra do Dr. Luís Peralta (LIP), onde foram apresentadas várias aplicações da Física das Partículas na área médica. Na sua exposição, o Dr. Luís Peralta mostrou aplicações na imageologia, na radiocirurgia com feixes finos de prótons de alta energia, na radiografia com feixe de prótons, na terapia com íons de carbono, na braquiterapia mamária e de próstata, na cintilografia para preparação de radiofármacos e nos exames clínicos para detecção de anomalias da tireoide ou do cérebro, como o Mal de Alzheimer. Também foi mostrado o exame dos pulmões com a utilização de gás radioativo, o exame para detecção de metástase e a utilização da tomografia por emissão de pósitrons na mamografia, evidenciando o objetivo do CERN em desenvolver tecnologias para serem revertidas diretamente para a sociedade.

O palestrante também chamou a atenção sobre os efeitos das radiações e as consequências da irradiação excessiva no corpo humano, levando-me a pensar, mais uma vez, na minha responsabilidade em formar jovens que possam dialogar, criticar e intervir em várias situações que ocorrem nos hospitais, nas usinas nucleares, nas indústrias, etc., que utilizam das propriedades das radiações (OKUNO; VILELA, 2005; OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

As palestras de aplicação da Física das Partículas possibilitaram que a minha prática pedagógica no desenvolvimento de temas da Física Contemporânea extrapolasse a descrição superficial dos exames de radiografia e dos tratamentos radioterápicos, apenas citados como exemplos em minhas aulas.

Também tive a honra de assistir à palestra do Dr. Alberto Santoro (UERJ), na qual foi mostrada a história da pesquisa em Física de Altas Energias no Brasil, ressaltando a participação e influência de pesquisadores brasileiros em várias investigações renomadas, tal como a detecção dos píons pelo físico brasileiro César Lattes. Durante esta palestra, experimentei o orgulho de ser brasileiro ao saber que cientistas brasileiros participaram e participam de pesquisas contemporâneas.

## Visitas às instalações e aos laboratórios do CERN

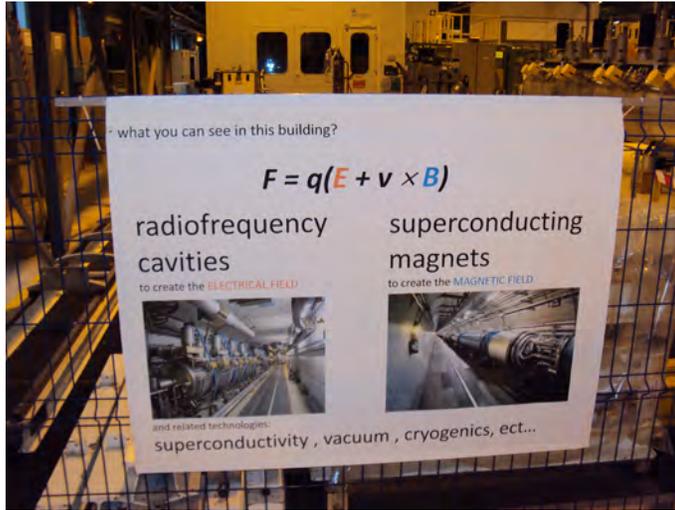
Em todos os dias da Escola, no período vespertino aconteceram visitas aos vários setores do CERN. Estivemos no centro de visitas do ATLAS (*A Toroidal LHC Apparatus*, em português, Aparato Toroidal do LHC), no LHCb (*Large Hadron Collider beauty*, em português, Grande Colisor de Hádrons, onde *beauty* se refere ao quark *bottom*), na caverna eletrônica do CMS (*Compact Muon Solenoid*, em português, Solenoide Compacto de Múons), no centro de controle do CERN, no PS/LINAC, no Centro de Computação, entre outros.

Na visita ao SM18, local de montagem, manutenção e testes dos vários componentes constituintes do LHC, confirmou-se a grandiosidade até então observada nos *slides* mostrados nas palestras. Neste Centro, tivemos oportunidade de conhecer em detalhes diversos dos componentes do LHC, tais como parte do anel onde os prótons são acelerados, cavidades de radiofrequência, magnetos, etc.

Ao entrarmos no Centro, me defrontei com um cartaz no qual estava evidenciada a equação da força eletromagnética

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

e a informação que as cavidades de radiofrequência são geradoras do campo elétrico **E** e os magnetos supercondutores são geradores do campo magnético **B**, necessários para acelerar e guiar os prótons no LHC (Foto 1).



**Foto 1:** Entrada do SM18 (acervo pessoal).

Naquele momento, estar em contato com tecnologia que utilizava uma equação e conceitos físicos normalmente trabalhados exaustivamente nas escolas, por meio da prática de resolução de grande quantidade de exercícios, reforçou a minha motivação em cooperar na atualização do currículo da Física em nossas escolas e em pesquisar e desenvolver metodologias e estratégias educacionais inovadoras que possibilitassem um ensino de Física mais contextualizado e significativo para a formação do cidadão.

O contato com os equipamentos expostos no Centro, com os princípios de funcionamento do LHC e com os dados técnicos e funções dos seus componentes, sob a orientação do Dr. André David (LIP), resultaram na acomodação significativa do meu conhecimento sobre vários conceitos de Física que até então eu aceitava e utilizava mecanicamente.

No protótipo de parte do anel do LHC, por exemplo, pude observar o seu interior e os locais onde são injetados os feixes de prótons em sentidos opostos para se chocarem posteriormente. Para acelerar cada feixe de prótons no interior do tubo são utilizadas cavidades de radiofrequência. No LHC, são utilizadas oito cavidades supercondutoras

de radiofrequência de 400MHz, cada uma fornecendo um campo elétrico de 5MV/m, operando numa temperatura de 4,5K (-268,7°C). Além de promover a aceleração dos prótons, as cavidades também fornecem energia para compensar as perdas por radiação síncrotron (LEFEVRE, 2009).

Também conheci vários tipos de magnetos existentes no LHC (dipolos, quadrupolos, sextupolos, octopolos, decapolos, etc.). No LHC existem 9.593 magnetos onde cada um contribui para otimizar a trajetória das partículas. Os 1.232 dipolos principais, com 15m de comprimento e 35 toneladas cada um, são responsáveis em guiar o feixe de prótons dentro do LHC, mantendo-os em órbitas circulares e representam a inovação tecnológica mais importante no acelerador. Fiquei surpreso com a intensidade do campo magnético de 8,33T gerado por esses magnetos e necessário para conduzir os feixes de prótons no seu ápice energético de 7TeV, pelos 27 km de anel do LHC. Esta intensidade de campo magnético é 100.000 vezes superior ao campo magnético terrestre. Os 392 quadripolos principais têm a função de focar os feixes para aumentar a probabilidade de colisão (LEFEVRE, 2009).

A cada informação apresentada e quantificada em números muito grandes ou muito pequenos, mais eu ficava convencido do pouco que sabia e do muito que deveria e poderia saber.

Relembrando das minhas aulas de termologia, inúmeras vezes falei aos meus alunos sobre temperaturas baixíssimas, da ordem de -263°C (10K), por exemplo, com certo receio sobre a possibilidade real de se alcançar este valor. Com o conhecimento que eu estava recebendo, cada vez mais me sentia capaz de abordar temas da Física de Fronteira com meus alunos. Aprendi que os magnetos bipolares trabalhavam na temperatura de 1,9K (-271,3°C), inferior à temperatura do espaço sideral de 2,7K (-270,5°C), temperatura esta alcançada com a utilização de 120 toneladas de hélio líquido que, à temperatura de 2,17K (-271,0°C), encontra-se no estado de superfluido, apresentando alta condutividade térmica. Também fiquei impressionado com o altíssimo vácuo obtido no tubo do LHC, da ordem de  $10^{-13}$  atm, sendo a décima parte da pressão na superfície da Lua. A necessidade deste vácuo dentro do tubo do LHC é para evitar colisões indesejáveis das partículas do feixe com moléculas gasosas, o que provocaria perdas de energia e desvios nas suas trajetórias(LEFEVRE, 2009).

Para criar o campo magnético de 8,33T nos magnetos bipolares, é necessária uma corrente elétrica de 11.850A. Este dado causou-me

certo desconforto, pois a corrente elétrica circulante no circuito elétrico de nossas residências, em geral não ultrapassa 70A. Então, perguntei-me: qual espessura deveriam ter os cabos para transmitir a corrente de 11.850A e alimentar os magnetos bipolares? A minha inquietação foi rapidamente confortada ao saber que são utilizados cabos de nióbio-titânio (NbTi), que se tornam supercondutores abaixo da temperatura de 10K (-263,2°C) e a temperatura de operação do LHC é de 1,9K (-271,3°C) (LEFEVRE, 2009).

Novamente experimentei a satisfação de estar em contato com um tema de Física que, em minhas aulas, comentava superficialmente. Quando abordava a supercondutividade em minhas aulas, apenas citava a sua descoberta pelo físico Heike Kamerlingh Onnes, em 1911. Nessa minha exposição, também comentava algumas aplicações da supercondutividade, mas de uma forma bastante tímida. A partir do contato com a utilização da supercondutividade no LHC fiquei mais motivado e capaz de abordar este tema.

Durante a visita ao SM18, a afirmação do pesquisador que nos acompanhava de que todos os componentes do LHC foram projetados e construídos dentro do próprio CERN, devido ao fato de nenhum outro local ter a tecnologia e o conhecimento necessários, causou-me a sensação de estar num local onde o horizonte mirado é o infinito universo desconhecido a ser investigado.

Nas visitas aos laboratórios do CERN, eu ficava espantado com a tecnologia e a precisão nas atividades desenvolvidas. Na visita à caverna eletrônica do CMS, por exemplo, depois de colocar um capacete de proteção, entrei ansioso no elevador que nos levaria ao local mais próximo possível do túnel do LHC, a dezenas de metros abaixo do solo. Ao conhecer a porta de acesso ao túnel do LHC (Foto 2), fiquei bastante emocionado, pois já havia visto aquela porta no filme americano de grande sucesso "Anjos e Demônios" do diretor Ron Howard, baseado na obra de Dan Brown.

Na visita ao PS/LINAC, conhecemos a fonte de prótons lançados no LHC e posso afirmar, sem constrangimento, que fiquei decepcionado ao saber que esta fonte é simplesmente uma pequena garrafa metálica contendo hidrogênio ( $H_2$ ) (Foto 3). Esperava encontrar um grande reservatório, armazenando uma grande quantidade de hidrogênio.

O meu desconforto momentâneo foi rapidamente eliminado quando o Dr. José Carlos da Silva (LIP) relatou que são utilizados 2ng



**Foto 2:** Porta de acesso ao túnel do LHC (acervo pessoal).



**Foto 3:** Garrafa de Hidrogênio ( $H_2$ ) (acervo pessoal).

( $2 \cdot 10^{-9}g$ ) de hidrogênio nas experiências diárias realizadas no CERN, durante 24 horas, exceto quando há a necessidade de manutenção. Sendo assim, para utilizar 1g de hidrogênio são necessários 1.000.000 de anos. Percebi a demonstração de alívio em todos os professores presentes ao receberem aquela informação.

## CERN – Compromisso com a sociedade

Na sessão de boas-vindas da Escola (Foto 4), a mensagem proferida pelo Dr. Mick Storr, coordenador do Programa de Professores do CERN, marcou-me profundamente. A primeira frase da mensagem: “Vocês são a base para o que fazemos...”, provocou em mim o questionamento: por que nós, professores de Física do Terceiro Mundo, seríamos a base para a pesquisa de vanguarda desenvolvida no CERN?



**Foto 4:** Sessão de boas-vindas (acervo pessoal).

A resposta para esse questionamento veio em seguida, nas suas palavras: “... na construção do conhecimento científico para a sociedade...”. Esta afirmação demonstrou a preocupação do CERN, por meio das palavras de seu representante, em enfatizar a função do conhecimento científico para atender às necessidades e expectativas da sociedade. Além disso, estas palavras contradizem a ideia equivocada de uma ciência neutra e autossuficiente, reforçando a ideia da ciência inserida num contexto sócio-histórico.

Entretanto, para a sociedade usufruir construtivamente do conhecimento científico de forma ética, esta deve ser constituída de cidadãos capazes, atuantes, éticos e solidários. Para isto, em sua mensagem, o Dr. Mick Storr enfatizou o importante papel do professor em

*inspirar jovens estudantes a continuar os estudos em ciências e engenharia; não necessariamente em física das partículas; não somente em física. Alguns poderão ser pesquisadores em outras áreas. Na verdade poucos serão pesquisadores, mas todos irão contribuir para o avanço da sociedade.*

Nessas valiosas palavras, pude perceber como o CERN considera os professores atores fundamentais no processo de formação da geração de hoje e do amanhã. Isto elevou minha autoestima profissional e responsabilidade na formação do cidadão capaz de utilizar a ciência desenvolvida para o bem de toda a humanidade. Certamente, muitos dos cientistas e pesquisadores do CERN de hoje são resultado de suas experiências de vida quando jovens em formação onde a escola, com seus professores, exerceu um papel central.

Além disso, a afirmação do Dr. Mick Storr que, mesmo que os estudantes não sejam pesquisadores, todos irão contribuir para o avanço da sociedade, revelou um pensamento de que todos nós, independente das habilidades, competências ou posições sociais, temos a importante tarefa de direcionar nossas ações para o bem-estar de todos de hoje e do futuro. Além disso, o Dr. Mick Storr, ao apresentar os objetivos do CERN na pesquisa, na inovação e na educação, ressaltou que estes devem convergir para um objetivo maior: promover a união entre pessoas de diferentes nações e culturas.

Conhecer os trabalhos desenvolvidos no CERN serviu para desmistificar o preconceito de um centro de pesquisa isolado da sociedade, onde o cientista executa um trabalho solitário e desvinculado do social. Ao contrário, pude perceber a forte ligação do CERN com a sociedade por meio do desenvolvimento de várias ações para responder à sociedade os investimentos aplicados naquele centro de pesquisa.

Na experiência como professor participante da Escola, fiquei impressionado como as aspirações, objetivos e ações desenvolvidos pelos cientistas e pesquisadores do CERN estão direcionados para o amanhã, para o futuro. Talvez isto seja uma consequência natural do trabalho desses profissionais ao lidarem com o conhecimento científico e tecnologias contemporâneas. Entretanto, acredito que o olhar para o futuro é sempre retroalimentado pela certeza do que plantamos hoje serão os frutos a serem colhidos amanhã.

A Natureza está ao nosso redor. Cabe a nós apreciarmos seus horizontes e beneficiarmos de seus frutos, respeitando-a e preservan-

do-a. Nós somos responsáveis em lutar pela sobrevivência da Natureza e, conseqüentemente, pela nossa própria sobrevivência.

Portanto, na certeza de que o futuro é construído pelas ações realizadas no presente, relembro a célebre frase do astronauta russo Yuri Gagarin, ao observar a Terra do espaço, a bordo da Vostok 1, em 1961: “A Terra é azul”, para que as futuras gerações, pelas quais somos diretamente responsáveis, ao olharem para a Terra de suas naves espaciais, possam enunciar: “A Terra ainda é azul”.

## Referências

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Editora da UNESP, 2006. 340p.

BALTHAZAR, Franklin W.; OLIVEIRA, Alexandre L. de. **Partículas elementares no ensino médio**: uma abordagem a partir do LHC. São Paulo: Livraria da Física, 2010. 73p.

BASSALO, José Maria Filardo; CARUSO, F. O que são os bósons de Higgs? In: CARUSO, F.; OGURI, V.; SANTORO, A. (Eds.). **O que são quarks, glúons, higgs, buracos negros e outras coisas estranhas?** São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 141-150.

BRAZ JUNIOR, Dulcídio. **Tópicos de Física Moderna**. Campinas: Companhia da Escola, 2002. 118 p.

LEFEVRE, C. **LHC**: the guide. Genebra: CERN *Copyright*. 2009. 60p. Disponível em: <<http://cds.cern.ch/record/1165534/files/CERN-Brochure-2009-003-Eng.pdf>>. Acesso em 09 abr. 2013.

OKUNO, Emico; VILELA, Maria Aparecida C. **Radiação ultravioleta**: características e efeitos. São Paulo: Livraria da Física, 2005. 49 p.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 296p.

PIETROCOLA, Maurício *et al.* **Física em contextos**. São Paulo: FTD, 2010. v. 3. 528p.

SALMERON, Roberto. Quarks: como chegamos a eles? In: CARUSO, F.; OGURI, V.; SANTORO, A. (Eds.). **O que são quarks, glúons, higgs, buracos negros e outras coisas estranhas?** São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 17-41.



## ATIVIDADES DA ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: UMA GRANDE VIAGEM AO MUNDO SUBATÔMICO

---

Anaximandro Dalri Merizio\*  
Gabriela Kaiana Ferreira\*  
Lisiane Araujo Pinheiro\*  
James Coleman Alves\*  
Talita de Almeida Sandoval\*

**A**s expectativas em participar da escola de Física em Língua Portuguesa realizada no CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) eram bastante grandes e dias antes do embarque para o Velho Mundo os pensamentos já pareciam ter atravessado o Atlântico. Éramos 30 professores de Física da Educação Básica prontos a viver uma das maiores experiências de nossas vidas. Fomos nos encontrando e conhecendo pelos aeroportos do Brasil e a cada participante que chegava devidamente identificado pelo adesivo “*CERN, eu vou!!!*” aumentávamos nossa certeza de que logo estaríamos no maior laboratório de Física do mundo. As turbulências aéreas foram apenas um preparativo para as emoções que se seguiriam nas duas semanas seguintes. Amizades, vivências e aprendizados que marcariam nossas trajetórias pessoal e profissional.

É isso que buscamos apresentar e compartilhar neste capítulo: as experiências, pessoais e acadêmicas, vividas pelos professores por meio dos relatos, percepções e reflexões das atividades da Escola, em

---

\* Escola de Física CERN 2013.

especial as visitas, atividade experimental, palestras e reuniões de grupo durante os seis dias no CERN. Compartilharemos a experiência de visitar os detectores LHC-b e CMS abertos, aceleradores e desaceleradores de partículas e até mesmo encontrar um Prêmio Nobel de Física pelos corredores do CERN. Acontecimentos que acabam tornando cada nova escola, a cada novo ano, experiências singulares para os participantes.

## Palestras

O dia primeiro de setembro de 2013 foi o início de uma grande aventura para o nosso grupo de professores, pois começamos oficialmente a 7ª Escola do CERN de Língua Portuguesa. A apresentação foi feita pelo prof. Pedro Abreu (LIP/IST) e por Mick Storr, responsável pela organização das diversas escolas que acontecem anualmente no CERN. Storr, que nos recebeu com um entusiasmo ímpar, ressaltou a importância desta experiência para nossa vida profissional, destacando nosso papel como multiplicadores do conhecimento e a possibilidade que temos, como professores, de inspirar em nossos alunos o gosto pela ciência. Também nos esclareceu sobre detalhes práticos, como melhor aproveitar as palestras e as visitas, e deixava claro em suas palavras que o mais importante em nossa participação era assumirmos nosso papel de “embaixadores do CERN”. E, ao final da sua fala, reforçou novamente como era importante que estimulássemos no maior número de alunos, o interesse geral pela Física e, em particular, pela Física de Partículas.

O pesquisador José Carlos Silva (LIP/CERN) deu uma breve introdução sobre o que nos esperava durante a semana, apresentou o CERN e falou sobre o trabalho e a participação portuguesa, de pesquisadores e institutos, nos detectores CMS e ATLAS.

A cada nova palestra, um bombardeio de informações, algumas tão inéditas que ainda nem passaram à categoria subsunçor, aproveitando o conceito de Ausubel. Além das informações novas, aquelas que já faziam, de alguma forma, parte do nosso conhecimento, nos foram apresentadas de modo tão contextualizado que acabaram nos dotando de novas perspectivas, dentro do corpo de conhecimentos que já possuíamos.

Começamos nossa jornada de palestras recebendo informações mais que detalhadas sobre os princípios básicos dos detectores presentes no LHC, na palestra da pesquisadora do CERN Ana Maria Henriques Correia. Em seguida, enquanto ainda processávamos as novas informa-

ções, tivemos uma palestra com o pesquisador do LIP José Carvalho Maneira, com informações detalhadas sobre a Experiência ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus) que em português significa “Dispositivo Instrumental Toroidal para o LHC” e também sobre a participação portuguesa nessa experiência. Encerramos as palestras desse dia com a primeira de três “superpalestras”, proferidas pelo físico teórico do Instituto Superior Técnico, de Portugal, Filipe Rafael Joaquim, intituladas “Introdução à Física de Partículas”.

Conceitos como plasma de quarks, bem como quarks de valência, trouxeram novas dimensões ao nosso corpo de conhecimentos sobre Física de Partículas, estimulando o desenvolvimento de uma nova visão sobre a Física como um todo, além dos aspectos que tiveram papel de preparar nossas mentes para a incorporação de novas informações sobre as partículas elementares, o Bóson de Higgs e seu engenhoso mecanismo envolvendo o Campo de Higgs, a ampliação de nossa visão sobre o que é feito no CERN.

Muitas aplicações dos conhecimentos de Física de Partículas e de Altas Energias, embora ao nosso redor e/ou do nosso conhecimento, quando apresentadas junto a outras tantas de que pouco ou nada havíamos ouvido falar anteriormente, nos brindaram com a convicção de que a Física está em tudo! Embora outras áreas do conhecimento também reconheçam a sua presença e importância, certamente poucas gozam da sensação de proporcionar tanto desenvolvimento para nossas vidas como a Física. Na medicina, desde diagnósticos mais precisos, passando por tratamentos mais eficientes e menos invasivos. Além de proporcionar uma compreensão mais aguçada do próprio “caminhar” do Universo. Tudo isso coloca a Física como uma das grandes joias da Ciência Contemporânea. É sem dúvidas a mais básica das Ciências.

## **Visitas aos aceleradores e detectores de partículas**

As visitas às instalações do CERN eram, para a maioria do grupo de professores, a atividade mais esperada. Para realizá-las éramos divididos em grupos menores, nos quais brasileiros, portugueses, timorenses e são tomeenses interagem com um objetivo comum: conhecer os grandes experimentos do CERN. Quando recebemos a programação da semana e soubemos que poderíamos descer e conhecer os experimentos CMS e LHC-b, ficamos eufóricos.

Todas as visitas foram guiadas por pesquisadores do CERN, a maioria realizada em nosso idioma, algumas poucas em inglês, mas que, com ajuda dos colegas, eram traduzidas quase simultaneamente. Começávamos o nosso dia com aulas teóricas, no período da tarde eram realizadas as visitas e, após as visitas, a revisão do dia. A seguir apresentamos as atividades desenvolvidas em duas seções – aceleradores e detectores –, nas quais buscamos relatar os conhecimentos adquiridos e as emoções vividas.

## ***Aceleradores***

A busca constante da Física em compreender a origem e a constituição de nosso Universo exige o desenvolvimento de teorias com maior poder explicativo, que sejam plausíveis perante a tradição científica estabelecida, bem como aparatos experimentais capazes de testá-las para confirmá-las ou refutá-las. O CERN e todo o seu complexo de aceleradores e detectores de partículas surge com esse objetivo, buscando recriar as condições iniciais do Universo em um laboratório de altas energias.

Os aceleradores aceleram feixes de hádrons como prótons e íons de chumbo a velocidades próximas à da luz, em sentidos contrários, com o objetivo de que colidam, gerando reações e decaimentos, conhecidos e desconhecidos, os quais, após análise computacional, permitem definir as partículas que originaram tais processos. Os aceleradores podem ser lineares, como o LINAC (Linear Accelerator), ou circulares, como o LHC (Large Hadron Collider), o SPS (Super Proton Synchrotron), o PS (Proton Synchrotron), o BOOSTER, o LEIR (Low Energy Ion Ring) e o AD (Antiproton Decelerator).

Nos aceleradores lineares, como no LINAC 2 que visitamos, as partículas são submetidas a uma diferença de potencial e aceleram sob ação de um campo elétrico. Nos experimentos realizados no LHC, é nos aceleradores lineares que tudo começa, pois são eles que fornecem os hádrons a todo o complexo. O LINAC 2 é abastecido com gás hidrogênio ( $H_2$ ), cujas partículas são ionizadas, isto é, têm seus elétrons arrancados, restando apenas o núcleo positivo, e aí então passam a ser aceleradas. Esses prótons são lançados no interior desse acelerador linear em pequenos pacotes com um intervalo de 100 microssegundos entre cada um deles, até obter quantidade suficiente de prótons para o acelerador. Ao final do percurso do acelerador, os prótons já possuem 50 MeV de ener-

gia. O que surpreende é que o hidrogênio utilizado em todo o complexo é proveniente de um pequeno cilindro do tamanho de um extintor de incêndio para carros e seu conteúdo tem quantidade de partículas suficiente para abastecer os aceleradores por até cinco anos, mas que, no entanto, é trocado anualmente por questões de manutenção e segurança. O LINAC 2 está em funcionamento desde 1978 e foi construído em substituição ao LINAC 1 e já tem previsão de ser substituído pelo LINAC 4 em 2017 ou 2018.



À esquerda, uma amostra de um cilindro de hidrogênio de onde provêm os prótons acelerados em todo o complexo de aceleradores. À direita, início do LINAC 2 (acervo Gabriela Kaiana Ferreira).

Nos aceleradores circulares, as partículas também são aceleradas pelo campo elétrico e descrevem uma circunferência pela interação com campos magnéticos (dipolos e quadripolos magnéticos). Nesse tipo de acelerador, as partículas dão muitas voltas, aumentando sua energia e a probabilidade de colisão. O LHC é o maior e mais famoso acelerador de partículas da atualidade, com 27 quilômetros de perímetro, instalado a cerca de 100 metros de profundidade e atravessa a fronteira entre França e Suíça. Está em operação desde 2008, cujos prótons acelerados atingem cerca de 3,5 TeV. Entretanto, as visitas ao LHC são bastante restritas e poucas pessoas têm oportunidade de circular pelos seus túneis. O interior dos magnetos por onde se deslocam os pacotes de prótons é o local mais “frio” do universo. Isso porque o LHC opera a uma temperatura de 1,9 Kelvin, menor até mesmo que a temperatura média do espaço, que é de 2,7 Kelvins.

Esse procedimento é necessário porque o acelerador requer cerca de 12.000 ampères para operar e para garantir seu funcionamento, sem perdas por Efeito Joule, e é necessário que a resistência elétrica seja nula. Para isso, os cabos que trazem a corrente do meio externo aos ímãs são imersos em um banho de hélio superfluido a baixíssimas tempera-

turas, adquirindo características de supercondutor e possibilitando a circulação de corrente elétrica sem resistência (NÓBREGA; MACKEDANZ, 2013).

Entre os aceleradores circulares visitamos o LEIR, um acelerador de apenas 78 metros de perímetro em que são acelerados íons de chumbo. Esse acelerador recebe cerca de 22 milhões de íons do LINAC 3 a 4,2 MeV, levando-os a 72 MeV em aproximadamente 2,5 segundos. Diferentemente do LHC, a estrutura do LEIR fica na superfície no interior de um dos prédios em que assistíamos às palestras diariamente e pode ser vista por completo de cima de uma plataforma. É possível observar uma parede de concreto bastante espessa que cerca o acelerador e um trilho superior pelo qual é deslocada uma plataforma para isolar o galpão quando o acelerador está em funcionamento. Proposto inicialmente como um desacelerador de prótons, em 2003 foi aprimorado para se transformar em LEIR, ficou pronto em 2006, mas foi utilizado apenas em 2010, enviando suas partículas para a primeira colisão de íons no LHC.

A visita ao SM18 (Accelerator's Technologies) foi a primeira que fizemos. Esta é uma instalação única no CERN, utilizada para testar os magnetos e demais instrumentos em temperatura muito baixa (1,9 K) e altas correntes (20 kA). Lá conhecemos a peça mais sofisticada de um acelerador: os ímãs supercondutores. Nessa mesma visita, também nos foram apresentados os quadripolos magnéticos, responsáveis por focalizar os feixes de partículas e os dipolos magnéticos, responsáveis por curvar esses mesmos feixes ao longo dos 27 km de perímetro do LHC e suas respectivas funções no acelerador.



Quadripolo sendo testado na SM18. No painel à esquerda é possível fazer a leitura do teste à temperatura de 1,9 Kelvin, pressão de 1388 milibar e corrente elétrica de 1115 ampères (acervo Gabriela Kaiana Ferreira).

Visualizamos um dos cilindros azuis que compõem o LHC. Estes cilindros são compostos pelo núcleo magnético, pelas bobinas dos magnetos dipolares e pelo sistema de hélio líquido, utilizado para arrefecer os magnetos até que se tornem supercondutores. Para a construção do LHC foram conectados 1.272 magnetos, cada um com 15 metros de comprimento e 35 toneladas. A confecção dos componentes dos aceleradores e detectores foi terceirizada para os países que fazem parte do projeto (empresas de tecnologia e/ou universidades). Também foi destacado que são necessários três meses para resfriar todo o acelerador antes de começar a funcionar. Se o resfriamento fosse feito em pouco tempo, o acelerador poderia sofrer danos. Para que não ocorram danos causados pelas variações de temperatura pelos magnetos, que estão conectados uns aos outros, eles apresentam uma estrutura sanfonada que funciona como junta de dilação, contraindo e expandindo de acordo com as variações de temperatura.

O LHC também é o maior sistema de vácuo do mundo, operando com pressões de  $10^{-6}$  mbar a  $10^{-11}$  mbar. O papel do vácuo é fundamental para o funcionamento do experimento por dois motivos. O primeiro deles é com relação ao isolamento térmico, evitando trocas de calor entre o meio externo, à temperatura ambiente, e o meio interno do magneto, a 1,9 Kelvin. O segundo é com relação aos feixes de partículas aceleradas. Quanto menor o número de partículas que o feixe de prótons encontra em seu caminho, mais eficiente será a aceleração. Sendo assim, os tubos que conduzem os feixes de prótons têm que ter um vácuo muito eficiente, principalmente no centro do tubo por onde passa o feixe de prótons.



Dados de teste de componente do LHC (acervo Talita Almeida Sandoval).

Após a primeira visita sabíamos que o resto da semana seria inesquecível. Tudo o que víamos apenas em documentários e nos jornais agora estava a nossa frente. Além disso, tínhamos o privilégio de sempre sermos acompanhados por um pesquisador do CERN, disposto a nos explicar e responder a todas as dúvidas que tínhamos acerca do funcionamento do acelerador. A sensação de olharmos para aqueles equipamentos em fase de teste era bastante impactante, mas já imaginávamos o momento que estaríamos em frente aos detectores.

## ***Detectores***

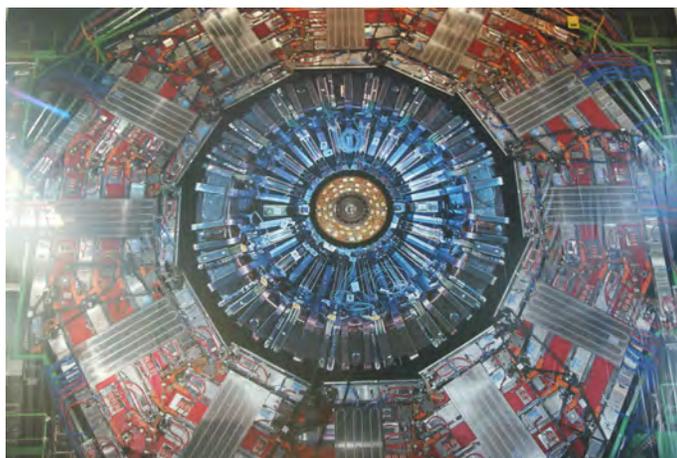
Nosso segundo ponto de visita, em nosso primeiro dia no CERN, foi o centro de controle do detector ATLAS. Assistimos a um filme sobre o detector (disponível em <http://cds.cern.ch/record/1514547>) e discutimos sobre o papel desse detector no CERN. O detector ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus), juntamente com o detector CMS (Compact Muon Solenoid), são os chamados detectores de propósito geral do CERN. Suas investigações vão desde o bóson de Higgs até a busca de evidências com relação à matéria escura.

O ATLAS tem 46 m de comprimento, 25 m de altura e 25 m de largura. Com 7.000 toneladas, ele é o maior detector já construído. Tem aproximadamente o tamanho de um prédio de cinco andares, mas podemos comparar sua função à de um microscópio muito potente, pois tal detector nos permite olhar para dentro da matéria. O ATLAS está localizado a 100 m abaixo do nível do solo e atualmente mais de 3.000 pesquisadores de 174 institutos em 38 países, entre eles Brasil e Portugal, trabalham neste experimento.

Provavelmente, este era o experimento que todos esperavam conhecer, devido a sua grande divulgação pela mídia, suas dimensões colossais, enfim, motivos não faltavam. Mas, infelizmente, o ATLAS passava por algumas manutenções na semana de nossa visita e não foi possível descermos ao detector.

Nesta visita, o pesquisador que nos acompanhava explicou como o detector funciona: os feixes de prótons acelerados pelo LHC colidem no centro do detector, formando novas partículas. Essa colisão é chamada de evento, e são os numerosos eventos que os cientistas analisam procurando por informações para suas pesquisas. Em um evento deste tipo, temos a formação de novas partículas que, a partir do ponto de colisão, espalham-se em todas as direções. Para identificá-las, o

ATLAS é composto por vários sistemas de detecção diferentes, dispostos em forma de cilindro, pois essa geometria é considerada a mais adequada para este tipo de evento.



Painel com imagem em dimensão real representativa do detector CMS (acervo Gabriela Kaiana Ferreira).

Para a identificação de uma partícula, o detector deve ser capaz de gravar a sua trajetória, sua carga, seu momento e sua energia. No detector ATLAS, podemos ter um bilhão de eventos por segundo em cada colisão, o que gera uma enorme quantidade de dados. Assim, é fundamental selecionar apenas as informações importantes para análise e, para isso, o ATLAS utiliza um eficiente sistema de trigger. O trigger é um sistema que seleciona os eventos mais significativos para os cientistas, ou seja, se tivermos 1.000 eventos ocorrendo, o trigger pode selecionar os 100 mais relevantes para a análise. Como mencionado anteriormente, o detector ATLAS tem diversas camadas, sendo que cada uma delas é responsável pela interação com um tipo de partícula. O ATLAS é composto por um detector de traços, calorímetro eletromagnético, calorímetro hadrônico e um detector de múons. O detector de traços e os calorímetros estão envoltos pelo sistema magnético do detector composto por um solenoide central e por toroides magnéticos.

No detector de traços e no calorímetro eletromagnético são detectados os elétrons e os prótons. Partículas neutras, como nêutrons e fótons, não são detectadas na câmara de controle. Os fótons interagem com o calorímetro eletromagnético e os nêutrons são identificados pela energia que depositam no calorímetro hadrônico. No detector de traços

se mede o momento das partículas, enquanto que nos calorímetros se mede a energia das partículas. Nos calorímetros, apenas os múons e os neutrinos não são parados.

Toda esta explicação foi dada no centro de controle do ATLAS, onde podíamos visualizar e tocar pequenas peças das diferentes partes desse detector. Além disso, era perceptível o preparo dos pesquisadores em explicar e esclarecer dúvidas acerca do funcionamento do detector, bem como em incentivar nossa interação e aguçar nossa curiosidade.

Após a explicação sobre o detector, falamos sobre a importância dos pesquisadores que trabalham nestes experimentos e sobre como as diferentes culturas científicas influenciam no trabalho e na interpretação dos eventos registrados. Por exemplo, os experimentos ATLAS e CMS trabalharam de forma complementar na pesquisa do bóson de Higgs. Diferentes cientistas, de diferentes culturas acadêmicas, trabalhando em experimentos complementares em busca de um mesmo objetivo. Será que não teríamos encontrado o Higgs mais cedo se todos os cientistas trabalhassem em um único experimento? Segundo o pesquisador que nos acompanhava, a resposta era não. Se os dois experimentos fossem capazes de “enxergar” o mesmo evento de formas diferentes, teríamos mais certeza de que ele realmente existe. Se, por exemplo, um grupo de portugueses (com sua cultura científica própria) e um grupo de americanos (também com sua cultura científica própria) são capazes de identificar o mesmo evento, é porque provavelmente este evento existe! Mesmo não podendo descer até o experimento, só por esta discussão a visita já foi especial.

Após a visita ao centro de controle do ATLAS, nos reunimos para conhecermos os projetos de visitas virtuais que o CERN oferece bem, como as MasterClasses, projeto que oportuniza aos alunos e seus professores explorarem o mundo da Física de Partículas analisando dados reais do CERN em palestras com pesquisadores da área. Quem nos apresentou essas informações foi o pesquisador Denis Damazio, brasileiro que trabalha no ATLAS há alguns anos. Nesse dia, também nos dividimos em pequenos grupos de professores portugueses, brasileiros e são tomeense a fim de organizarmos uma revisão do dia e promovermos uma integração cultural.

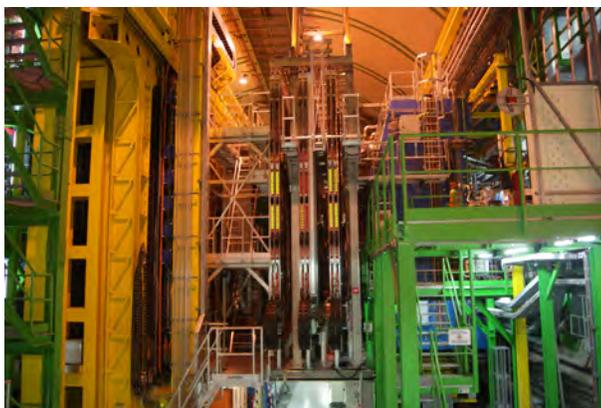
No dia seguinte, a visita ao LHCb abordou um questionamento muito peculiar: por que vivemos em um universo em que, aparentemente, existe mais matéria do que antimatéria? Um tema muito instigante

que levou à pesquisa do quark botton e sua antipartícula. Estas partículas são conhecidas coletivamente por mésons B, que, ao decaírem, formam um feixe que se propaga em linha reta. Assim, a geometria deste detector é diferente do ATLAS, os subdetectores deste experimento estão dispostos em forma de cone. O primeiro subdetector está posicionado muito próximo ao ponto de colisão e os demais posicionados um após o outro, ao longo de 20 m de comprimento.

O LHCb tem 5.600 toneladas, 21 metros de comprimento, 10 metros de altura e 13 metros de largura. Assim como o ATLAS, o LHCb também está localizado 100 metros abaixo do nível do solo. Neste experimento também temos a participação de pesquisadores brasileiros e portugueses. Esta foi a primeira experiência de descermos 100 metros abaixo do nível do solo. Tivemos algumas informações de segurança e registros e em seguida nos dirigimos ao elevador. A descida foi tão rápida que se alguém estava com algum receio, nem teve tempo para pensar nisso.

Assim como no ATLAS, cada subdetector do LHCb é responsável pela medição de uma característica diferente das partículas produzidas na colisão. Ao final, o conjunto deve fornecer informações sobre a trajetória, o momento e a energia de cada partícula gerada.

Mais do que falar sobre a geometria do detector, esta visita nos proporcionou a interação com alguns pesquisadores brasileiros que trabalham no experimento que, ao relatarem suas pesquisas, nos apresentaram um mundo completamente novo. Ouvi-los falar carinhosamente sobre o que faziam naquele lugar foi muito emocionante. A cada visita fomos percebendo que esta seria realmente uma semana inesquecível.



Calorímetros do detector LHCb (acervo Gabriela Kaiana Ferreira).

No terceiro dia, visitamos o detector CMS. Até chegarmos ao detector, distante 9 km, além de apreciarmos a maravilhosa paisagem bucólica na fronteira entre a França e Suíça, conversamos sobre as aulas e o que já havíamos vivido até o momento, e dividíamos as expectativas de descer novamente 100 m abaixo da superfície. O CMS, assim como o ATLAS, é uma das duas maiores experiências do CERN. Ambos são detectores multiuso, os seja, detectam diversos tipos de partículas. A existência de dois detectores, com concepções independentes, mas com atividades de pesquisa complementares, é crucial para a confirmação mútua de quaisquer novas descobertas, como, por exemplo, a busca pelo bóson de Higgs.

O CMS tem geometria cilíndrica, 15 metros de diâmetro, 21 metros de comprimento e sua massa é de 14.000 toneladas. O CMS foi inicialmente montado na superfície, dividido em 15 secções que foram transportadas até a caverna, e depois remontado. A opção de construção do CMS na superfície deve-se a questões de segurança e economia de tempo. Além da identificação do que seria dividido nas quinze secções citadas anteriormente, este processo facilitaria as futuras manutenções do equipamento.



À esquerda, calorímetros do detector CMS e, à direita, passando por manutenção (acervo Gabriela Kaiana Ferreira).

Quanto à pesquisa realizada no CMS em colaboração com o LIP, se discute o decaimento do quark top em  $H^+$ , a pesquisa do bóson de Higgs no canal gama-gama, o quark top supersimétrico, as colisões de íons pesados e novos estados da matéria e o desenvolvimento da eletrônica de trigger para o Super-LHC. Para isso, o CMS, assim como o ATLAS, é constituído por diferentes camadas, cada uma delas projetada para registrar as diferentes propriedades das partículas, como a carga, a energia e o momento.

A camada mais interna deste detector mede o momento e a trajetória das partículas carregadas. A camada seguinte é composta pelo calorímetro eletromagnético para detectar e medir elétrons e fótons. A atenção especial a estas partículas deve-se à pesquisa relativa ao bóson de Higgs. O calorímetro eletromagnético é composto por um cristal que cintila com a passagem de elétrons e fótons. Quanto maior for a produção de luz, maior a energia da partícula detectada. A terceira camada do detector é formada pelo calorímetro hadrônico e é nesta camada que as partículas que interagem pela força forte, como os hádrons, depositam a maior parte de sua energia. O papel do calorímetro hadrônico no experimento diz respeito à formação de partículas como o bóson de Higgs e as partículas supersimétricas. Estas três camadas citadas estão envolvidas por um solenoide supercondutor que gera um campo eletromagnético de 4 Tesla, 100.000 vezes mais intenso que o campo magnético terrestre. Quanto maior a intensidade do campo magnético, maior a precisão dos resultados obtidos. Para que o solenoide se torne supercondutor, é necessário resfriá-lo à temperatura de  $-268,5^{\circ}\text{C}$ . A função do campo magnético é curvar as partículas carregadas que emergem das colisões. A próxima camada é formada pelo detector de múons. Os múons são medidos por quatro câmaras de detecção intercaladas por núcleos de ferro que geram um campo magnético no qual todas as demais partículas ficam presas e as únicas partículas capazes de atravessá-las e chegar aos detectores são os múons e os neutrinos. O papel da câmara de múons é muito importante no experimento, pois uma das detecções mais importantes do CERN, o bóson de Higgs, tem como “assinatura” característica o decaimento em quatro múons.

O detector de múons é a última camada do experimento, pois estas partículas são capazes de penetrar vários metros nos diversos materiais, como o ferro, por exemplo, sem interagirem. Os neutrinos praticamente não interagem com as diferentes camadas do detector, no entanto, sua presença no evento pode ser inferida. Para isso, são somados todos os momentos das partículas detectadas, atribuindo-se o que falta aos neutrinos. Ao final, estes dados são sobrepostos de forma a recriar o evento no centro de colisão.

As partículas que são detectadas no CMS deixam padrões (rastros) característicos e são estes rastros que permitirão a identificação de cada partícula. Esses dados são analisados por cientistas em todo o mundo, pois o CERN compartilha seus dados com diversos laboratórios

de pesquisa, dentre eles o LIP e o CBPF, que contribuem com a reconstrução do momento da colisão, e é por meio deste trabalho que se pode identificar novas partículas.

Durante as visitas era impossível não se perguntar: “mas por que projetar máquinas tão grandes se o que se busca são partículas tão pequenas?”. As partículas são pequenas, mas suas energias são bastante elevadas. Desta forma, devemos ter um detector muito grande, pois quanto maior a energia destas partículas maior será a distância percorrida por elas e mais material será necessário para absorvê-las. Além disso, um detector maior significa um número maior de possibilidades de se obter medidas mais precisas, o que gera mais confiabilidade no cálculo do momento. Mas para essa confiabilidade nas medidas é preciso um campo magnético muito intenso e para isso é necessário que se use muito ferro; quanto maior a quantidade de ferro, mais intenso será o campo. Assim, o CMS usa 12.000 toneladas de ferro para gerar um campo magnético de aproximadamente 4 Tesla. Olhar para estes detectores tão de perto foi muito emocionante. Tentávamos, em vão, encontrar o melhor ângulo para uma foto, mas nunca conseguíamos focar todo o detector. Contentávamo-nos em tirar fotos de partes deles e em aparecer em algumas das imagens. Após estas visitas, as conversas giravam em torno da grandiosidade do que havíamos visto: a eletrônica fabulosa, os materiais escolhidos para detectar as diferentes partículas e a geometria perfeita. Por fim, estávamos convencidos que o conhecimento humano estava muito bem representado neste laboratório.

Como toda a nossa semana, este dia também foi intenso. Após conhecermos o CMS, nosso próximo destino foi o AMS (Alpha Magnetic Spectrometer). Este detector, localizado na ISS (International Space Station), tem uma condição única para procurar por indícios de matéria e energia escura no espaço e também faz pesquisas relativas à detecção de raios cósmicos. Mas por que o detector está na ISS? Porque nenhum acelerador na Terra é capaz de produzir raios cósmicos tão energéticos quanto no espaço.

O detector AMS foi montado no CERN e chegou à ISS no último voo do ônibus espacial Endeavour. Até o momento já foram coletados cerca de 17 bilhões de eventos de raios cósmicos. Estes dados são recebidos pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) em Houston e retransmitidos para o POCC (Payload Operations Control Center AMS) no CERN. A estrutura do detector AMS é muito semelhante à dos demais

detectores do CERN, usa ímãs para identificar a carga das partículas e tem cinco diferentes tipos de subdetectores com diferentes funções.

Essa visita também foi muito interessante, pois víamos os pesquisadores trabalhando através de uma separação de vidro que havia entre nós e a sala de controle, além de acompanharmos a transmissão ao vivo da movimentação da ISS por uma tela na entrada da sala. Neste momento todos tiraram suas máquinas fotográficas das mochilas para filmar os astronautas trabalhando. Neste mesmo dia, andava pelos corredores do CERN o pesquisador responsável pelo experimento AMS e Prêmio Nobel de Física de 1976, Samuel Ting. No dia seguinte, tivemos o privilégio de sentar ao seu lado em uma mesma mesa no restaurante do CERN e a oportunidade única de “almoçar” com um prêmio Nobel.



Dr. Samuel Ting, prêmio Nobel de 1976, ao fundo à esquerda, na mesma mesa em que os professores brasileiros almoçavam (foto: Nilson Garcia).

No período em que estivemos no CERN, de 1º a 7 de setembro de 2013, encontramos uma condição única para visitantes curiosos, o acelerador estava passando por um *upgrade* que o levará, em 2015, a funcionar com o dobro da energia utilizada até o momento nas colisões, cada feixe chegará a 7 TeV. Talvez seja estranho pensar que isto é uma vantagem, mas só com o acelerador parado foi possível descer 100 m abaixo do nível do solo e conhecer os detectores de perto.

Não há dúvidas de que é necessário um superexperimento para a detecção de partículas ainda não conhecidas ou daquelas que existem

ou existiram apenas em condições específicas de energia, como o bóson de Higgs. Exatamente por esse motivo é possível refletir sobre a importância da experimentação na construção do conhecimento científico. Durante as visitas éramos acompanhados por pesquisadores de várias nacionalidades que nos relatavam sobre a construção do CERN, primeiras pesquisas desenvolvidas e todo o trabalho despendido na calibração dos equipamentos com a preocupação de que os experimentos realizados no CERN reproduzissem e representassem com precisão os fenômenos conhecidos até então, antes de iniciar a busca por novas partículas e explicações para fenômenos não conhecidos.

Além disso, a necessidade de empregar altas energias na busca do bóson de Higgs revela que detectar essa partícula é muito mais que uma observação convencional, é um processo de intervenção na realidade. Após a fala de um pesquisador explicando sobre a pesquisa desenvolvida no ATLAS, afirmando que agora que o bóson de Higgs havia sido detectado era necessário aprimorar os detectores para determinar suas características, uma professora brasileira perguntou como os cientistas/pesquisadores conseguiriam determinar as características do bóson de Higgs? O pesquisador respondeu que isso poderia ser feito aumentando a energia (modificação do experimento) e aumentando muito o número de colisões e, conseqüentemente, de detecções (repetição do experimento). Esses dois procedimentos são intervenções necessárias e são realizadas com muita cautela, tendo em vista que o experimento deve fornecer uma base confiável para o conhecimento científico.

## **A Câmara de Nuvens: a evolução dos detectores e a construção do conhecimento científico**

Uma das atividades que realizamos foi a construção de uma Câmara de Nuvens, um dispositivo que revela o rastro deixado por partículas subatômicas que chegam à atmosfera. Esse experimento foi feito utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso, podendo ser reproduzido e realizado por professores e alunos em sala de aula.

Embora a atual detecção de partículas no CERN seja permeada de tecnologias avançadas, necessitando de um sofisticado sistema de aquisição de dados, é oportuno destacar o experimento da Câmara de Nuvens (Cloud Chamber), que, embora de fácil compreensão, tem grande relevância histórica. A Câmara de Nuvens pode ser considerada um

detector de partículas, sendo o primeiro em que foi possível perceber a interação de partículas subatômicas (algumas provenientes dos raios cósmicos) com a matéria, através dos rastros de suas trajetórias.

As partículas oriundas dos raios cósmicos, ao atravessarem a câmara, ionizam este vapor, ocasionando assim o processo de condensação. Iluminando-se o interior da cuba, é possível verificar a formação e a trajetória destas pequenas gotículas de álcool. Pelo tipo de rastro deixado pelas gotas é possível visualizar as interações entre as partículas e a nuvem formada no interior da cuba, como os múons, por exemplo.

Para a construção da câmara de nuvens em sala de aula sugere-se o vídeo <<https://www.youtube.com/watch?v=KsPIFFEiCc8>>, elaborado por dois participantes brasileiros, que estavam no nosso grupo, mostrando as etapas e os materiais necessários, com base no exposto no CERN.

A câmara de nuvens foi desenvolvida por Charles Wilson (laureado com o Prêmio Nobel em 1927) em 1898 e aperfeiçoada até que, em 1911, permitiu a determinação da carga do elétron identificado por Thomson, sendo desde então muito utilizada na Física de Partículas. Foi o primeiro aparato capaz de detectar partículas subatômicas, contribuindo para a detecção do pósitron, a primeira antipartícula descoberta, por Carl David Anderson (laureado com o Prêmio Nobel em 1936) em 1932.

Na escola do CERN, realizamos o experimento da câmara de nuvens, de sua construção até a análise do que estava sendo observado. Já procurando uma abordagem mais desafiadora, os participantes foram divididos em três grupos (entre 4 e 6 integrantes) e, após a construção do experimento, algumas questões foram levantadas. Com o aparato já construído, o pesquisador Mick Storr, que coordenava essa atividade, apresentou um apanhado histórico sobre a pesquisa em detecção de partículas com o intuito de contextualizar o tema. Em seguida, comparando os grupos de trabalho com as equipes de pesquisadores dos experimentos ATLAS e CMS, solicitou que os participantes, sem entrar em contato com os demais, observassem o que acontecia dentro das câmaras construídas, debater sobre o que estava acontecendo, quando surgiram os primeiros rastros, estimulando a elaboração de hipóteses e de explicações com relação ao fenômeno observado.

Essa abordagem didática revela elementos de uma concepção de como se faz e se constrói o conhecimento científico no CERN e, conseqüentemente, dos nossos estudantes. No CERN, os vários detectores são independentes e, em algumas situações, objetiva-se que os dados

experimentais sejam obtidos e analisados de maneira independente pelos grupos de pesquisa, na busca por garantir certa neutralidade na construção do conhecimento científico.

Nesse sentido, embora essa atividade tenha sido desenvolvida num contexto direcionado a professores de Física, que em princípio possuem formação na disciplina, identificamos também um caminho para uma possível concepção sobre a pesquisa em Física de Partículas e também sobre o ensino de Física. Percebemos, assim, a valorização de um ensino que desperte no estudante uma atitude investigativa, orientado por um olhar questionador de nossos alunos quando se deparam com algum evento ou fenômeno científico.

Por ser uma atividade experimental que pode ser desenvolvida nas escolas brasileiras, destaca-se a possibilidade não só de o estudante desenvolver seus conhecimentos sobre a Física Contemporânea, mas também de despertar o interesse pelo conhecimento científico, no sentido de que, em uma atividade como essa, os estudantes possam levantar hipóteses, fazer questionamentos e elaborarem explicações acerca do fenômeno observado, entre outros elementos importantes no desenvolvimento de habilidades e competências da Física.

## **O contato com professores de Física de outros países de Língua Portuguesa**

Entre os participantes da Escola do CERN no ano de 2013 havia professores de Portugal, do Brasil, de São Tomé e Príncipe e do Timor Leste, quatro países que se diferenciam não apenas pela localização em diferentes continentes, mas também por possuírem marcas culturais bastante distintas, que, no entanto têm em comum o mesmo idioma: o português. Logo no primeiro dia, formamos grupos para que, além de discussões e reflexões acerca de nossas atividades diárias na escola – palestras, conceitos, aprendizagem, visitas –, também houvesse uma aproximação e socialização de experiências entre os professores no que se referia às práticas profissionais de cada um, ao ensino de ciências, às políticas de incentivo à educação e à realidade educacional de cada região ou país.

Esses momentos, que aconteciam diariamente, sempre ao final das atividades do dia, foram muito proveitosos por possibilitarem a troca de ideias, conhecimentos e percepções sobre o Ensino de Física existente nos outros países, em que era possível identificar possibilidades e desa-

fios comuns, como a necessidade de motivar os estudantes para aprender ciências, as possibilidades de se ensinar Física de Partículas, a questão do currículo e outros temas que fazem parte do contexto de cada região.

Além das atividades acadêmicas, no quarto dia da Escola, durante os períodos vespertino e noturno, realizamos uma atividade cultural muito interessante denominada “Caça ao Tesouro”. Essa atividade consistia em uma série de perguntas com relação à história e cultura da cidade de Genebra, que deveriam ser respondidas durante um passeio cultural, que culminou com um jantar em um restaurante típico suíço oferecido pelo CERN. Cada equipe recebeu da organização um roteiro com perguntas e orientações para a atividade. Assim, cada pergunta respondida acabava levando a outro local, possibilitando aos participantes conhecerem alguns pontos turísticos como, por exemplo, o Jato d’Água, símbolo da cidade de Genebra, a Universidade de Genebra, o Parque dos Bastiões, no qual se encontra o busto do grande pensador suíço Jean Piaget, e o famoso Muro dos Reformadores com as estátuas dos quatro pioneiros da Reforma Protestante, a Catedral Saint Pierre de mais de cem anos, localizada no centro histórico da cidade, entre outros locais em que foi possível lembrar muito do que aprendemos na escola há mais de 10 anos e só víamos em nossos livros didáticos.

Chama a atenção como o espaço público, como jardins e praças da cidade de Genebra, são utilizados durante o dia. É possível encontrar várias pessoas de diferentes idades jogando xadrez, sentados sobre a grama lendo livros, caminhando, correndo ou andando de bicicleta nos parques e ao longo do rio Rhône.

E não poderia faltar na caça ao tesouro a resolução de um problema com direito a coleta de dados e alguns cálculos, relacionado ao Jato d’Água localizado no meio do Rio Rhône, criativamente projetado há mais de 120 anos para liberar água do sistema hidráulico da cidade e diminuir a pressão dos canos nos horários de menor consumo. Essa atividade, repleta de questionamentos e mistérios, proporcionou a nós professores de Física, exímios resolvidores de problemas e curiosos pelos mistérios da natureza, a satisfação de conhecer e explorar uma cidade cheia de história e cultura como Genebra.

## **Considerações finais**

As experiências foram tão intensas que não raro compartilhá-vamos momentos em que os sentimentos transbordavam pelos olhos.

A primeira descida em uma caverna, a primeira visão de um detector e de um acelerador. Estar tão próximo de grandes obras científicas da contemporaneidade realmente era algo singular e era impossível não segurar o sorriso, ou até mesmo o choro. Além do mais, as saudades da nossa terra, das nossas famílias e dos nossos alunos faziam com que tudo ficasse mais intenso.

Além de fotos e muito chocolate, trouxemos para casa experiências que não couberam na mala. Além dos conhecimentos sobre Física de Partículas, essa Escola contribuiu para superarmos uma visão individualista e elitista do trabalho científico, tendo em vista que ficou perceptível que, no CERN, o trabalho científico é uma construção coletiva entre milhares de pessoas e acessível a nós, aos nossos alunos, a qualquer pessoa da sociedade.

Todo o somatório destas experiências nos fez sair da Escola de uma maneira muito diferente daquela que entramos. No campo pessoal, é difícil encontrar palavras para descrever a emoção de conhecer e compreender um pouco mais a tecnologia e a ciência existente nas pesquisas realizadas. No campo profissional, sem dúvida alcançamos uma maior compreensão desta área, assim como da produção do conhecimento científico. Juntamente com esta nova vivência, é natural que ocorram reflexões sobre como realizar a transposição didática dos conhecimentos adquiridos durante a Escola do CERN.

## Referências

BERTOLA, D.; CIRILLI, M.; FLAMMER, J.; SCHLAGER, G.; SCHUH, S.; SCHUNE, P. **Cloud chamber Workshop**, 2004. Disponível em: <<http://teachers.web.cern.ch/teachers/document/cloud-final.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2013.

CERN, Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear. Disponível em: <<http://home.web.cern.ch/>>. Acesso em: 27 out. de 2013.

LAGANA, C. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 3302-1 a 3302-5, 2011.

NOBREGA, F. K.; MACKEDANZ, L.F. O LCH (Large Hadron Colider) e a nossa física de cada dia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n.1, 2013. p.1301-1311.

# COMUNICAÇÃO VISUAL NA ESCOLA DE FÍSICA DO CERN

---

Ana Carla Lima Fonseca Coutinho\*

Josias Rogerio Paiva\*

Nelson Barrelo Junior\*\*

## Introdução

**N**este relato queremos descrever a experiência de comunicação visual vivenciada pelo grupo de 30 professores licenciados em Física, que ministram aulas no Ensino Médio, nas visitas realizadas no LIP (Laboratório de Instrumentação Português), em Lisboa, e no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), em Genebra, onde participamos da “Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa”. No curso, além do gênero verbal da linguagem natural, estivemos expostos a uma pluralidade de informações em algumas outras línguas. Em cada setor de exposição havia *folders* disponíveis aos visitantes em inglês, francês, alemão e italiano.

O gênero de linguagem mais usado, porém, contundentemente, foi o visual. Houve uma verdadeira imersão no universo da Física de Partículas por meio das imagens estáticas, dinâmicas, tridimensionais, exposição de objetos reais, quadros com imagens de representações de objetos abstratos, fotografias de pessoas, imagens simbólicas, maquetes, partes de equipamentos, etc. Tudo a que fomos expostos pareceu-nos bem arquitetado para produzir singular impacto, até ao olhar dos menos

---

\* Escola de Física CERN 2013.

\* Escola de Física CERN 2012.

atentos, e ainda mais aos olhos dos professores de Física, gerando desejo de nos aprofundarmos nos conhecimentos deste campo da Física.

Todas as ferramentas de comunicação visual são estratégias de *marketing*, mas também de comunicação e de construção do conhecimento científico.

## As partes dos LHC e dos detectores no meio do caminho

No domingo em que chegamos ao CERN, dia 06 de setembro de 2013, era manhã, e a primeira palestra começaria às 14 horas. Assim, nos dirigimos à cidade de Genebra, para desfrutarmos da nossa estadia na Suíça. Do hotel (prédio 39 do CERN) até a saída, onde tomaríamos um bonde para ir à cidade, há um trajeto de mais de 500 metros, e passamos ao lado de vários equipamentos que, em algum momento, fizeram parte de experiências e, mesmo estando no jardim, estes objetos estavam perfeitamente catalogados e permitiram perceber parte da história dos aceleradores de partículas no CERN, e, portanto, parte da história da ciência.

Essa mesma modalidade de exposição, com partes dos aceleradores, mas tendo um monitor engenheiro ou físico, foi uma das primeiras da série de visitas realizadas. As visitas foram tão bem planejadas que, além dos equipamentos reais, havia ali outros materiais comuns

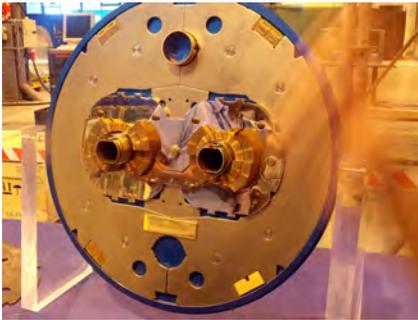


**Foto 1:** Estrutura em exposição em um dos jardins (acervo pessoal).



**Foto 2:** Catalogação referente a essa estrutura (acervo pessoal).

para que, por comparação, tivéssemos noção dos avanços científicos e tecnológicos ali alcançados. Como exemplo, temos a Foto 4, com as dimensões dos semicondutores empregados no LHC e os correspondentes condutores de cobre, caso fossem utilizados, pois deveriam suportar a mesma corrente.



**Foto 3:** Seção da estrutura do LHC (acervo pessoal).



**Foto 4:** Semicondutores, junto com um feixe de cabos de cobre necessários para suportar a mesma corrente (acervo pessoal).

## As apresentações

Participamos de várias horas de apresentações sobre temas de Física de Partículas. Naturalmente o período do curso foi breve e insuficiente para aprofundamentos em especificidades, tais como os profundos significados associados aos diagramas de Feynmann, ou às variadas equações empregadas neste campo de conhecimento científico. Mas o tempo foi extremamente organizado para inserção dos professores no tema, e nestas apresentações, como é de praxe, havia grande exploração de representações visuais.

Os profissionais da ciência se mostraram também profissionais para comunicação audiovisual. Uma das apresentações que destacam o esmero empregado em sua construção foi a do Prof. Felipe Joaquim. No panorama histórico da evolução das construções científicas e tecnológicas em torno da Física de Partículas, a cada uma ou duas páginas eram exibidas fotos dos personagens eternizados na história da ciência, recortes significativos dos artigos publicados por este personagem, um destaque conceitual, ou uma equação, às vezes uma foto do arranjo experimental, etc. Outro destaque nestas representações imagéticas foram as que mostravam as aplicações do conhecimento desenvolvido no LHC, como nas apresentações do Pesquisador Luis Peralta.



**Figura 1:** Uma das páginas da apresentação sobre Física de Partículas.  
FONTE: Apresentação do professor Dr. Felipe Joaquim.



**Figura 2:** Um acelerador de partículas no uso de tratamento contra câncer.



**Foto 5:** Atendimento de um paciente empregando feixes iônicos contra câncer.  
FONTE: Apresentação do professor Dr. Luis Peralta (acervo pessoal).

## As imagens dinâmicas

Imagens dinâmicas são relevantes na comunicação científica. Elas têm a possibilidade de comunicar, em poucos segundos, transformações que ocorreram em um longo período de tempo, simulam fenômenos que não poderiam ser representados em escala natural ou em ambiente seguro, e, além disto, algumas experiências têm elevado custo, inviabilizando sua reprodução para o ensino.

Assistimos a alguns filmes e interagimos com simulações no CERN em espaços com circuitos temáticos, contendo variadas modalidades de apresentações e de interações do público com os recursos que visavam comunicar a ciência ali desenvolvida. No Globo, um destes ambientes, foi apresentado um filme com uma narrativa das partículas

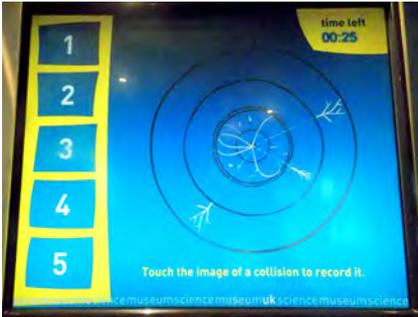
elementares, do Big Bang ao CERN (Foto 6). No Museu do CERN, uma das alas esteve destinada ao painel de apresentação de um filme curta-metragem sobre a descoberta do bóson de Higgs (Foto 7). Na entrada do Globo há alguns computadores com um *software* lúdico, um jogo, que auxilia as pessoas a identificarem a trajetória de algumas partículas quando passam por detectores (Foto 8).



**Foto 6:** Filme apresentado no Globo (acervo pessoal).



**Foto 7:** Filme apresentado no Museu do CERN (acervo pessoal).



**Foto 8:** Tela do *software* ilustrativo que simula a identificação das partículas (acervo pessoal).

## Os painéis

Os painéis estão distribuídos por todo o CERN. Provavelmente não haja um corredor sem um conjunto de painéis para permitir acesso às muitas informações associadas aos departamentos próximos em que se encontram. Exemplos destes painéis são os vários que detalhavam a linha do tempo de parte do CERN ou de alguma experiência (Foto 9). Um segundo exemplo é de painéis com esquemas ou plantas, como o esquema fornecendo uma perspectiva do LEIR, onde são conduzidas experiências para estudo da antimatéria (Foto 10). Outra forma de painel foi a de apresentações realizadas em algum evento científico pelos pesquisadores que tomaram seus dados no CERN (Foto 11).



Foto 9: Uma linha do tempo (acervo pessoal).

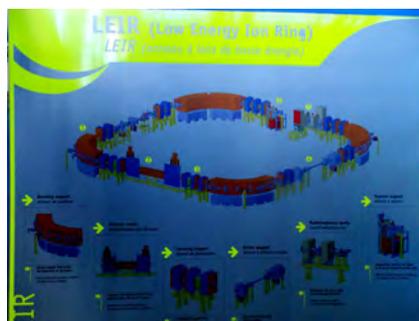


Foto 10: O esquema do LEIR (acervo pessoal).

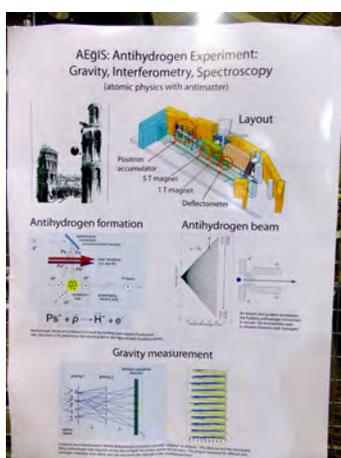


Foto 11: Pannel enviado a um congresso, por um pesquisador do CERN (acervo pessoal).

## A História

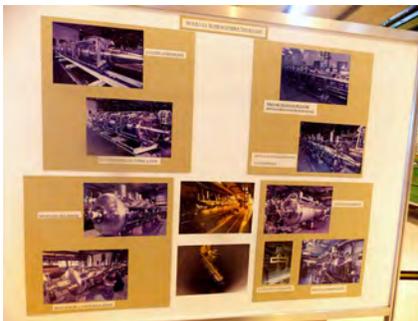
Entre as concepções errôneas que alguns alunos têm sobre a construção da ciência está o estigma de que a ciência é uma revelação, ou inspiração superior. Que os cientistas são dotados de iluminação superior. A história da ciência ajuda a quebrar estas concepções equivocadas e, no CERN, as marcas da historicidade da construção do conhecimento científico têm exímio registro, como as placas comemorativas de inauguração do CERN por Niels Bohr (Foto 12) e a placa na sala em que se concretizou a comunicação de dados, a WEB; uma amostra da historicidade do desenvolvimento tecnológico, tal como as mídias empregadas anteriormente para armazenamento de dados (Foto 13) e painéis que registram a história do laboratório (Foto 14).



**Foto 12:** Placa comemorativa de inauguração do CERN (acervo pessoal).



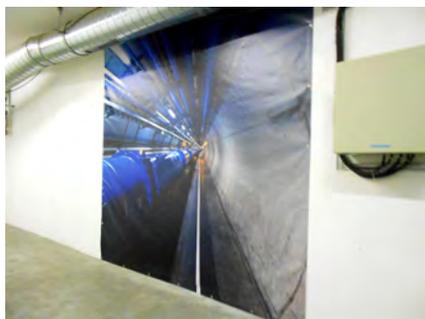
**Foto 13:** Vitrine com a evolução de mídias para armazenamento de dados (acervo pessoal).



**Foto 14:** Painel com fotos de partes do acelerador em décadas passadas (acervo pessoal).

## Os grandes painéis em escala natural

A distinção entre o ente físico e sua representação tem sido objeto de estudo de vários campos de pesquisa em ensino de Física. A representação de um fenômeno não é o fenômeno. Mesmo em se tratando de um equipamento, sempre ocorrerão perdas nos significados construídos se pautamos nossas considerações na presença de uma representação e não do fenômeno, ou do equipamento. Parte destas perdas pode ser de caráter até emocional: estar na presença do Atlas ou do CMS não é o mesmo que ver uma foto destes detectores. Algumas partes do LHC estavam intransitáveis no período de nossa estadia no CERN, mas provavelmente eles já haviam passado por essa situação antes, assim, possuem alguns painéis cujas fotos estão em tamanho natural e possibilitaram ao nosso grupo a sensação de estarmos diante de tais painéis retratando os equipamentos. Visitamos o CMS, mas as partes estavam próximas uma das outras, assim nossa visão, se bem que impressionante, foi da lateral, mas para nossa surpresa eles nos levaram a um galpão contendo um painel frontal do detector em escala natural (Fotos 18 e 19).



**Foto 15:** Painel de detalhes do LHC exposto no museu do CERN.



**Foto 16:** Painel do túnel, exposto no galpão do CMS.



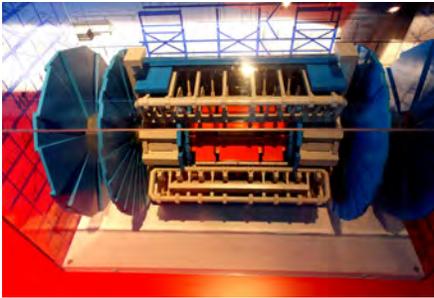
**Foto 17:** Painel do túnel exposto na recepção (acervo pessoal).



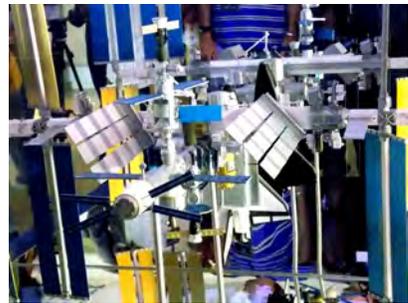
**Fotos 18 e 19:** Painel em escala natural do CMS (acervo pessoal).

## As maquetes

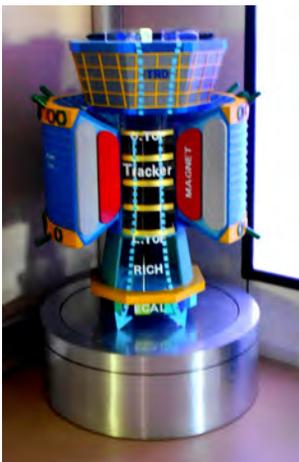
Há muitas razões para que se monte a maquete de um equipamento, de uma instalação industrial, de um prédio, ou de parte de uma máquina. Após o projeto realizado, a maquete permite as primeiras conferências das partes, se há encaixe ou não. O papel aceita traço sobre traço, um erro de medida pode ser imperceptível e tornar incoerente a construção. Na maquete, as características tridimensionais são colocadas à prova. Em nossa visita nos deparamos com uma série de maquetes dos detectores utilizados em várias experiências no CERN: do Atlas (Foto 20), à estação espacial internacional (Foto 21), cujo detector (Foto 22) envia dados ao CERN.



**Foto 20:** Maquete do Atlas (acervo pessoal).



**Foto 21:** Maquete da Estação Espacial Internacional (acervo pessoal).



**Foto 22:** Maquete do detector instalado na International Space Station - ISS (acervo pessoal).

## As ruas no CERN

Algumas das imagens que nos proporcionaram satisfação, a todo o grupo de professores, podem não ser tão significativas às pessoas que atuam fora das áreas associadas às ciências. Quase todos os professores foram flagrados tirando fotos das placas com o nome das ruas, que eram os nomes dos físicos envolvidos na construção do conhecimento relativo à Física de Partículas. Quase todos posaram junto a alguma dessas placas e nos deliciamos tanto porque pessoas que admiramos pelos trabalhos junto à ciência estão homenageadas nos nomes das ruas quanto por estar ali no CERN com pessoas que admiram coisas como estas, que nos são caras.



**Foto 23:** Placa da Rua Richard Feynman (acervo pessoal).



**Foto 24:** Placa da Rua Paul Adrien Maurice Dirac (acervo pessoal).

## As paredes dos prédios

O quanto foi contundente o impacto visual em nossa imersão no mundo da Física de Partículas pode ser avaliado na percepção da intencionalidade com que essa exposição visual foi planejada. Até nos prédios, tanto nas partes externas quanto internas, há grandes ilustrações das partes dos detectores.

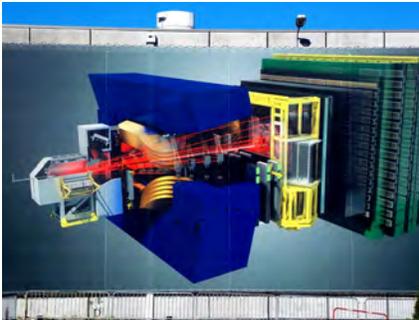
Há poucos anos o CERN lançou um projeto que contempla arte, com tema sobre as novas colisões investigadas no laboratório: entre imaginação e criatividade, também entre ciência, Física de Partículas e arte. O propósito tem sido de beneficiar artistas e cientistas. Os artistas têm a oportunidade de conhecer o trabalho realizado no laboratório e os cientistas de ver outras formas de representação de seu trabalho. Segundo Ariane Koek, organizadora das políticas culturais do CERN, em entrevista dada a Barbara Axt, para revista eletrônica **Ciência Hoje**, em 2011:

A integração faz com que os cientistas vejam o próprio trabalho com outros olhos, por uma perspectiva diferente, o que acaba aumentando a criatividade e enriquecendo o trabalho de pesquisa [...] O diálogo com os artistas também fortalece a capacidade de comunicação dos pesquisadores, que precisam encontrar novas metáforas e formas mais interessantes de descrever seu trabalho. [...] O projeto de artes é o mais recente experimento do CERN, que vai fazer colidir elementos ainda mais elusivos do que o bóson de Higgs. Esses elementos são a criatividade e a imaginação.

O impacto gerado pelas exposições de painéis, mesmo nas paredes dos prédios, produziu efeitos não somente nos cientistas, mas também nos visitantes, e entre eles nós, professores.



**Foto 25:** Ilustração dos rastros de algumas partículas no hall da escada, referente a uma pequena seção, em escala natural, do detector Atlas (acervo pessoal).



**Foto 26:** Ilustrações da câmara de múons, na lateral de um dos edifícios do LHCb (acervo pessoal).



**Foto 27:** Ilustração do Atlas com um terço do tamanho natural (acervo pessoal).

## Os materiais promocionais do CERN

Findada nossa estadia, adquirimos lembranças para guardarmos este momento que nos foi proporcionado. Compramos camisetas, canecas, canetas, revistas, e outros *souvenirs*, porém tudo no CERN se refere à Física de Partículas, e nossa visita despertou maior anseio para nos aprofundarmos em compreender melhor esta bela teoria física. A camiseta de alguns estava com a equação englobando as quatro interações da natureza, em outras com o nome de um dos detectores, outros com os gráficos que propiciam a identificação do Bóson de Higgs. Certamente, mais que uma recordação, será e é parte de nossa apresentação para alunos e curiosos sobre o que se faz no CERN, e sobre o que é o Bóson de Higgs.



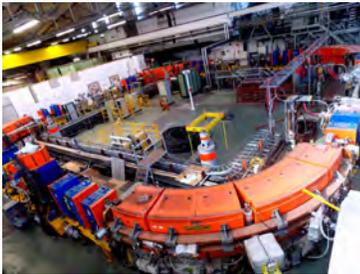
**Foto 28:** Estojo com DVD sobre as atividades no CERN (acervo pessoal).



**Foto 29:** Camiseta com os gráficos que evidenciaram a existência do Higgs (acervo pessoal).

## As experiências

Em nossa visita estivemos em diversos ambientes, onde se localizam os detectores empregados no CERN. Estivemos em 3 das 4 grandes experiências. Não entramos na seção do túnel do LHC, onde se encontra o ATLAS, mas descemos e vimos o ALICE – um detector de íons pesados, o LHCb – detectores de quark b, e o CMS – a câmara solenoidal de múons usada para investigar partículas de caráter geral, semelhante ao que é realizado no ATLAS. Entre essas partículas está o bóson de Higgs, identificado no ATLAS e no CMS em 2012. Vimos também os vários outros aceleradores, assim como os centros de experiências: LEIR, ALPHA, ISOLDE, e até mesmo o detector DELPHI desativado.



**Foto 30:** LEIR, um anel que recolhe e acelera íons de chumbo (acervo pessoal).

**Foto 31:** Alpha captura e propicia o estudo do anti-hidrogênio (acervo pessoal).

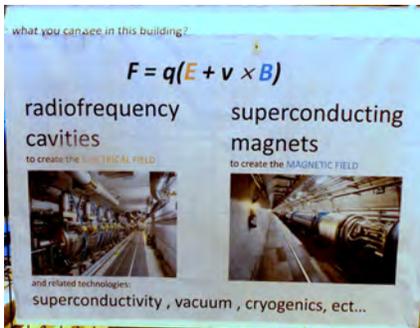


**Foto 32:** Vista lateral do CMS (acervo pessoal).



## As equações

Equações, para físicos, representam uma linguagem com grande densidade semiótica. Nelas estão representados os entes físicos estudados e as relações entre eles. Hoje em dia vemos nelas um caráter além da previsibilidade determinista de um fenômeno. Nelas há caracteres que podem representar possibilidades, aspectos de espaços não tridimensionais, operadores sem correspondentes geométricos, relações de simetria, etc. Muitas dessas características nos saltam aos olhos e produzem certo encantamento. Principalmente quando somos capazes de realizar uma leitura consciente de todos os parâmetros expressos na equação e suas implicações. Algumas das equações que visualizamos eram familiares e outras não, mas sentimos prazer em ter contato com elas e nos sentimos desafiados a estudá-las.



**Foto 33:** As grandes seções do LHC responsáveis pelas interações elétrica e magnética com a carga (acervo pessoal).



**Foto 34:** Equação que mostra as quatro interações fundamentais da natureza (acervo pessoal).



**Foto 35:** Ao lado da equação escrita na pedra, uma placa contendo uma sucinta descrição sobre seu significado (acervo pessoal).

## As engenharias

Fomos informados que o número de engenheiros trabalhando no CERN supera o número de físicos, e as responsabilidades destes profissionais deste campo de aplicação do conhecimento científico foram perceptíveis em diversos detalhes, dentre os quais registramos alguns. Destacando as construções civis, o número de instalações impressiona: mais de quinhentos prédios, além do túnel em que se encontra o LHC. Na área das engenharias responsáveis pelo condicionamento de ar, vimos os grandes dutos do sistema de refrigeração e condicionamento do túnel do LHC e os sistemas de refrigeração dos ambientes com computadores. Os sistemas de aquecimentos dos prédios, onde os aquecedores, distribuídos em todos os alojamentos, tinham dimensões de aproximadamente 40 cm de altura e comprimento ao longo das salas e dos corredores, dimensões extraordinárias comparadas às que temos no Brasil, um país tropical. E o sistema de criogenia para refrigeração no interior do LHC que atinge 1,5 Kelvin.

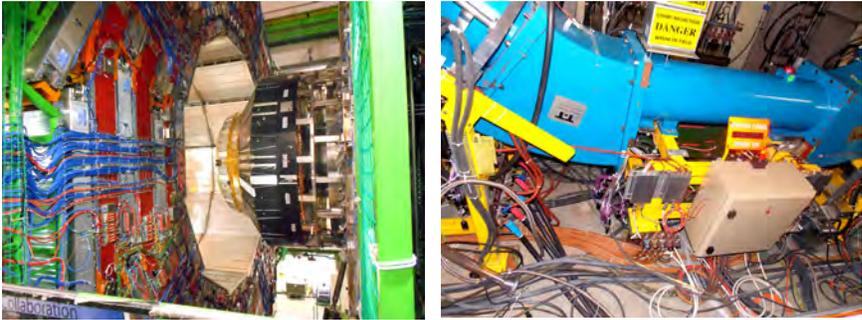
Sob o foco da engenharia mecânica, destacamos que em quase todos os galpões visitados havia talhas ou pontes rolantes, com capacidade para mover cargas de 5 a 50 toneladas. Da área de engenharias elétrica e eletrotécnica, nos impressionaram os barramentos de cobre, com dimensões consideráveis, que fornecem energia às diversas áreas das experiências; a quantidade de cabos e fios em cada detector com os milhares de equipamentos a eles ligados. Sobre a engenharia de segurança do trabalho, vimos o que era de se esperar na Suíça, todas as alas amplas, bem demarcadas, com extintores, grades e passarelas. E em cada visita foram dadas informações e fornecidos equipamentos de segurança imprescindíveis ao se transitar por um laboratório ou por uma instalação industrial.



Fotos 36 e 37: Talha e ponte rolante (acervo pessoal).



**Foto 38:** Dutos de ventilação da caverna (acervo pessoal).



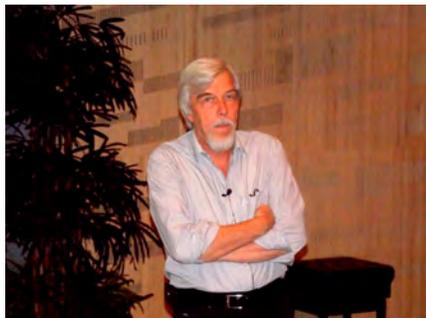
**Fotos 39 e 40:** Fios e cabos no CMS e no AEGIS (acervo pessoal).

## Impactados por conhecer pessoas

Tivemos a oportunidade de estar em um mesmo ambiente com pessoas ilustres no campo da ciência: Samuel Ting, Rolf Heuer e outros. Rolf Heuer é o atual diretor geral do CERN. Difícilmente tem se veiculado alguma notícia oficial sobre o acelerador sem a presença deste homem, que trabalhará em 2015 com a física italiana Fabiola Gianotti, sua sucessora a partir de 2016. Samuel Ting recebeu o prêmio Nobel de Física em 1976 com Burton Richter por trabalhos pioneiros na descoberta de uma espécie de partícula elementar pesada. Hoje lidera a equipe que trabalha na experiência AMS utilizando a Estação Espacial Internacional para tomada de dados, investigando questões fundamentais da Física moderna, incluindo antimatéria, a origem dos raios cósmicos e a matéria escura.

Além disso, dada a particularidade de que todas as pessoas que estão no CERN fazem suas refeições no mesmo refeitório, a interação com pessoas das mais diferentes nacionalidades, profissões e graus acadêmicos ocorre naturalmente. Assim, é possível compartilhar a mesma mesa com estudantes, engenheiros, pesquisadores e mesmo um prêmio Nobel, como aconteceu com um grupo professores brasileiros, que toma-

ram sua refeição na mesma mesa que o Dr. Samuel Ting, prêmio Nobel de 1976.



**Foto 41:** Rolf Heuer, diretor geral do CERN (acervo pessoal).



**Foto 42:** Professores brasileiros almoçando na mesma mesa que o Dr. Samuel Ting (ao fundo à esquerda). Foto de Nilson Garcia.

Esse texto, de caráter sintético, não dá conta de divulgar todas as belas imagens e sensações que registramos. E não temos como descrever toda a satisfação de termos vivido esse sonho: conhecer o CERN.

## A AVENTURA DE CONHECER O CERN

---

Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade\*

### Cientistas heróis

**T**er me licenciado em Física não foi por acaso. Quando criança, minhas primeiras leituras foram histórias em quadrinhos de super-heróis como Super-Homem, Batman, Capitão América, Homem-Aranha e X-Men (esses eram os meus favoritos). Para falar a verdade, ainda hoje gosto de assistir aos filmes do gênero. Fantasias de um mundo imaginário onde pessoas e seres de outros planetas realizavam façanhas incríveis por possuírem superpoderes e se destacavam pela necessidade de ajudar os outros e não se sentiam superiores por isso.

Fui crescendo e comecei a diferenciar cada vez mais minhas fantasias de minha realidade. Não sei bem se posso afirmar isso, até porque ainda hoje essas duas visões encontram-se presentes em mim e se alternam constantemente para construírem a minha visão de mundo. O fato é que, qual foi minha surpresa ao descobrir que no mundo “real” também existiam heróis! Pessoas que se destacavam das demais e que seus nomes eram lembrados por suas ações, não necessariamente benéficas, mas que foram importantes de alguma forma.

Os heróis eram dos mais diversos e variados tipos e eu passei a encontrá-los nas lendas, na história, nas religiões, nas ciências, nas artes e em tantas outras manifestações humanas. Heróis também que estavam bem próximos de mim, como meus pais, alguns professores e

---

\* Escola de Física CERN 2013.

algumas pessoas conhecidas na minha cidade. E acho que foi daí que despertou em mim a vontade de conhecer um pouco mais e buscar entender algumas histórias que eu sempre escutava. Lembro-me bem que uma das mais intrigantes era sobre Albert Einstein e a Teoria da Relatividade. Como era mesmo aquela conversa de como o tempo poderia se dilatar e o espaço se contrair?

Com a curiosidade desperta, o caminho para minha formação foi sendo construído na busca em saciar essas perguntas. É claro que eu tive muita sorte de ter conhecido professores que me ajudaram bastante e que eu pude tê-los como referenciais em toda minha jornada. Inclusive, atualmente, ainda são muito presentes em minha memória. Também é certo que à medida que algumas perguntas eram respondidas, outras eram construídas, e isso perdura até hoje.

Os nomes dos cientistas passaram a se multiplicar, em especial o dos físicos: Isaac Newton, Galileu Galilei, Paul Dirac, Richard Feynman, Bohr, Gell-Man, César Lattes, José Leite Lopes, só pra citar alguns, entre milhares. E descobri que, da mesma forma que os Superamigos tinham o Palácio da Justiça e os Thundercats, a Toca dos Gatos, os cientistas também tinham quartéis-generais. Para os físicos, o mais famoso e maior de todos é o CERN.

## **O CERN, a Física e a poesia popular**

Sou professor de Física há 16 anos e atualmente sou docente no Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, escola vinculada à Universidade Federal da Paraíba, localizada em Bananeiras, Paraíba, a 140 quilômetros de João Pessoa.

Não foi na primeira tentativa que consegui ser selecionado para a Escola de Física de Língua Portuguesa no CERN. Realizei minha inscrição três vezes e em 24 de junho, dia de São João, quando abri a página da SBF e vi meu nome constando dos classificados para participar da edição 2013 da Escola de Física, eu não acreditei. Tanto que cheguei a fechar e abrir novamente para verificar se não havia sido um erro.

A ficha não cai no primeiro momento e eu precisei de algum tempo para entender o que era aquilo: eu iria conhecer o maior centro de pesquisa em Física de Partículas do mundo! É conhecer o que só vemos nos livros e reportagens. Pra mim, o CERN era tão distante quanto a Lua, e uma oportunidade de poder visitá-lo realmente nunca havia passado por minha mente.

Uma das atividades que me propus a realizar ao retornar da viagem foi a construção de um cordel intitulado “A Aventura de Conhecer o CERN”. Não me considero um cordelista. Ao menos, não me considero um profissional do cordel. Já escrevi alguns poucos cordéis, e nem todos sobre temas relacionados à Física.

O cordel é uma das características do Nordeste e desde criança pude ter contato com essa forma de poesia popular e ficar deslumbrado com a cadência dos versos. Ainda mais impressionante para mim foi (e ainda permanece sendo) a experiência de ver repentistas, poetas que improvisam versos enquanto cantam e tocam uma viola. Em geral, se apresentam em duplas e são extremamente hábeis em criar versos no exato momento em que estão cantando. Para mim, também são heróis.

É certo que, em tempos passados, o cordel teve um papel muito mais forte no Nordeste, principalmente na divulgação de notícias, estórias e relatos relacionados a diversos fatos locais, regionais e nacionais. Porém, hoje ainda é uma manifestação popular que podemos encontrar relativamente fácil em bancas de jornal em nossas cidades e, na Paraíba, não é difícil se encontrar um cordelista em atividade.

Comecei a mistura de Física com literatura de cordel usando a justificativa de que apresentar a Física na forma de cordel seria uma forma diferente da tradicional de se introduzir alguns assuntos. Talvez até alguém achasse ser mais prazeroso ler textos sobre a Física na forma de versos. Quem sabe! Mas, na verdade, o que me motivou de início foi a possibilidade de unificar duas paixões, o ensino de Física e a poesia popular, o cordel.

## **A aventura de conhecer o CERN**

Para mim foi um prazer escrever o cordel que lhes apresento a seguir. É um cordel escrito em estrofes de sete versos, chamadas de septilhas. Procurei ser o mais correto com relação aos conceitos e preciso na descrição, apesar de que diversas vezes o espaço do verso me limitou.

A princípio, imaginava que seria um cordel pequeno e que em umas 24 ou 25 estrofes eu poderia resumir tudo o que vivenciei no CERN. Porém, ao começar a escrever, estrofes e mais estrofes passaram a surgir e, forçadamente, estendi o meu relato para 38 estrofes. Digo forçadamente porque se eu permitisse dizer tudo o que eu gostaria, o cordel ficaria demasiado extenso e, provavelmente, muito cansativo.

Dessa forma, apresento a vocês a minha experiência na forma de versos. Espero que apreciem.

## A aventura de conhecer o CERN

Senhoras e Senhores,  
A aventura que vou narrar,  
Conta como conheci o CERN,  
Um lugar espetacular,  
Que é único no mundo,  
E na Física vai mais fundo,  
Seus mistérios perscrutar.

Todo ano a SBF  
Abre edital de seleção,  
Para professores de Física  
Fazerem sua inscrição.  
É preciso preencher  
O formulário, remeter,  
E esperar a classificação.

A Escola de Física,  
Esse ano 2013,  
Contou com a presença  
De professores portugueses,  
De São Tomé e Timor Leste.  
E o Brasil que sempre investe,  
Participou já cinco vezes.

A programação foi composta  
Por palestras, visitas  
A alguns experimentos,  
Também várias reuniões.  
Atividade experimental,  
Fala do Diretor Geral,  
E confraternizações.

Preste atenção que agora  
Vou passar a descrever  
O que vimos na escola  
E eu posso lhe dizer:  
Foram momentos brilhantes,  
Pois o CERN é fascinante,  
Nunca vou me esquecer.

O CERN é um complexo  
De pesquisa fundamental  
Em Física de Partículas  
No mundo não há igual.  
Localizado em Genebra,  
Tudo no CERN quebra  
O padrão convencional.

Pesquisas sobre neutrinos,  
Antimatéria, Cosmologia,  
Raios cósmicos, bóson de Higgs,  
Se há quebra de simetria,  
E a tal matéria escura,  
Que ainda hoje se procura,  
Uma boa teoria.

O LHC falado  
É o maior acelerador  
De partículas do mundo  
Já construído, meu senhor.  
Ele fica localizado  
Em um túnel escavado  
De um antigo colisor.

A 100 metros no subsolo,  
27.000 de comprimento,  
O anel do LHC  
É realmente um monumento  
Da mais alta engenharia  
Eu nunca imaginaria  
Visitá-lo em algum momento.

O LHC impressiona  
Quando está funcionando.  
É mantido a dois kelvins,  
Com os prótons circulando.  
No universo não há lugar  
Mais frio de se encontrar,  
Pode sair procurando!

O vácuo produzido  
No interior do LHC  
É melhor do que o espaço,  
É preciso ver pra crer.  
Pois a presença de matéria,  
Por mais ínfima e etérea,  
Faz o feixe perecer.

Os feixes no LHC  
São prótons acelerados.  
E por supercondutores  
Grandes campos são criados.  
A cada volta dada,  
Colisões são geradas,  
E prótons estraçalhados.

Antes do feixe atingir  
A velocidade ideal,  
Ele vai sendo acelerado  
De forma gradual,  
Por aceleradores menores,  
Passando aos maiores,  
Até o estágio final.

Durante a Escola,  
Pudemos visitar  
O local que é chamado  
Acelerador Linear.  
Lá os prótons são isolados,  
Separados, resfriados,  
E começam a acelerar.

E assim os prótons passam  
A outro acelerador,  
Conhecido como BOOSTER,  
Para aumentar seu vigor,  
Em seguida para o PS,  
Depois ao SPS,  
Até o LHC se impor.

Se o choque entre os prótons  
É feito frontalmente,  
A energia resultante  
É mesmo suficiente  
Para criar as mais variadas  
Partículas relacionadas  
No Modelo Padrão vigente.

Os feixes viajam próximo  
Da velocidade da luz.  
40.000 choques por segundo  
Muita informação se produz.  
E pra se armazenar  
Os dados e processar,  
Haja computador, meu Jesus!

Ao longo do LHC,  
Em pontos determinados,  
Encontram-se detectores  
De partículas instalados.  
É onde há o cruzamento  
Dos feixes, é o momento  
De serem confrontados.

Em cada colisão  
É preciso estabelecer  
A trajetória das partículas  
Para vir a conhecer,  
As partículas fracionadas,  
Outras que foram criadas,  
E uma precisão se ter.

Atlas, LHCb,  
CMS e Alice,  
"São experimentos gigantes",  
Como alguém já me disse.  
Cada um especializado,  
E bem capacitados,  
Queria que você visse.

O Atlas é um detector  
Com 25 m de altura,  
46 de comprimento,  
E 25 de largura.  
Possui um monumental  
Eletroímã toroidal,  
Formando sua estrutura.

O Solenoide de Múons Compacto,  
Chamado CMS,  
Dá os mesmos resultados  
Que o Atlas oferece.  
Com 12.500 toneladas,  
Formado por várias camadas,  
Detecta o que lhe atravesse.

No ano 2012,  
Esses dois detectores  
Foram sucesso no mundo,  
Vejam bem os senhores,  
Pois o muito procurado  
Bóson de Higgs foi achado.  
Vibraram os pesquisadores.

Agora imaginem vocês  
Qual a nossa emoção  
Ao visitarmos o CMS  
Estando em manutenção,  
E ver a nossa frente  
Aquele gigante imponente,  
Um colosso em hibernação.

O LHCb procura  
Estudar a assimetria  
Matéria e Antimatéria,  
E como ocorreria  
A violação de CP  
Do quark e anti-quark b,  
Prevista em teoria.

Também esse experimento  
Nós fomos visitar  
E vê-lo bem de perto  
Pra podermos comprovar  
Que coisas tão grandiosas,  
Máquinas superpoderosas,  
Não existem em outro lugar.

O detector ALICE,  
É mais especializado  
Na análise de colisões  
De íons muito pesados,  
Para ver as propriedades  
Quando em altas densidades,  
Dos quarks confinados.

Visitamos ainda o LEIR,  
Que compõe o LHC,  
Um pequeno acelerador  
Como foi possível ver.  
No solo é localizado,  
E só é utilizado,  
Pra feixes pesados prover.

O feixe de íons de chumbo  
Vem do Linac 3  
Quando chega ao LEIR  
Acelera mais uma vez.  
Daí vai para o PS,  
Que energia lhe fornece,  
Aumentando a rapidez.

Mas o CERN não é apenas  
Formado pelo LHC.  
Existem outros experimentos  
Que pudemos conhecer.  
Vimos o ALPHA e o ASACUSA.  
Cada experimento usa,  
Anti-hidrogênios pra valer.

Pra estudar as propriedades  
Do anti-hidrogênio criado  
Se mede a sua massa,  
E o espectro irradiado.  
E o resultado final:  
Mesmo efeito gravitacional,  
Idêntico espectro observado.

Um experimento que,  
Achei muito interessante,  
Foi o AMS POCC,  
Pois ele é impressionante.  
Pra raios cósmicos estudar,  
Na ISS tem que ficar,  
Mandando dados a todo instante.

O AMS é um detector  
De partículas elementares  
Projetado pra funcionar  
Nas condições peculiares  
Encontradas no espaço,  
E pra registrar o traço,  
De partículas, aos milhares.

O seu centro de controle  
No CERN é localizado.  
Foi possível visitá-lo  
E ver dados processados.  
Mas as pesquisas exigem  
Se descobrir a origem  
Dos raios detectados.

O experimento ISOLDE  
Trabalha com a produção  
De isótopos radiativos  
Para a utilização  
Em pesquisas fundamentais  
Sobre o câncer e muito mais,  
Estudando a aplicação.

Visitamos o local  
Onde nasceu a internet,  
Tecnologia que permite  
Que o mundo se conecte.  
E o Globo da Ciência,  
Foi uma experiência,  
Que não tem quem se encasquete.

Estivemos em Genebra  
Para a cidade visitar.  
Conhecemos pontos turísticos  
E a história do lugar.  
E num dia especial,  
A culinária local,  
Pudemos saborear.

Dessa forma agradeço  
A paciência de me ouvir.  
Espero que outros professores  
Tenham oportunidade de ir,  
E que essa minha alegria  
Eles possam, algum dia,  
Virem também a sentir.



**5.º Capítulo**  
**A sala de aula**  
**pós CERN**



## DIVULGANDO O CERN PARA OS JOVENS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

---

Rosa Maria de Alvarenga Leandro Oliveira\*

**C**ERN, Modelo Padrão de Partículas Elementares, Aceleradores, são temas que já faziam parte dos assuntos de Física Moderna abordados em sala de aula para os meus alunos, pois já havia trabalhado com eles alguns aspectos do livro **O discreto charme das partículas elementares**, da professora Maria Cristina Abdalla (2005). Apoiada nos estudos de Terrazzan (1992), sempre procurei inserir esses conceitos em minhas aulas, usando os recursos didáticos como vídeos e objetos de aprendizagem. Faltava uma boa ideia para uma prática experimental com material de baixo custo e isso o curso me proporcionou.

### Exposição no CEJP

Logo que retornei de Genebra comecei a tradução de todos os pôsteres, aproximadamente vinte, doados pelo Prof. Mick Storr, para uma exposição para 500 alunos de Ensino Médio do Colégio Estadual João Pessoa, CEJP, em Campos dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro, onde atuo como professora de Física. A exposição, intitulada “O Colégio Estadual João Pessoa visita o CERN”, aconteceria entre os dias 29 e 31/10/2012 em dois turnos, com o último dia destinado aos alunos de licenciatura do curso de Física da UENF. Precisei de algumas semanas

---

\* Escola de Física CERN 2012.

para a organização da exposição, tive o cuidado de plastificar os pôsteres, que mostravam o Big Bang, a evolução do Universo, o CERN, com destaque para o LHC e os detectores. Pude contar com a ajuda da minha filha, que também é formada em Física. Preparamos um acervo de mais de duzentas fotos que foram tiradas durante as visitas ao LIP, centro de Lisboa e Genebra e no CERN. Houve uma sessão de vídeo sobre o LHC, da BBC (Corporação Britânica de Radiodifusão) Brasil, palestra e sessão de perguntas e respostas. Contamos também com a apresentação dos grupos que ensaiaram o “Rap do LHC”. Foram três dias muito intensos de grande aprendizagem.



Alunos do Ensino Médio na exposição na Sala de Multimídia do Colégio (acervo pessoal).

Um fato muito interessante foi que os alunos do Ensino Fundamental, atraídos pelo *banner* de divulgação que estava fixado na entrada do Colégio, para minha surpresa, compareceram em massa à exposição e foram os que mais perguntaram.

## **Palestra na UENF**

Fui convidada pela Professora Marília Paixão Linhares para a palestra de abertura do “Evento das Licenciaturas na Semana Acadêmica da UENF 2012”, no teatro do Centro de Convenções da Universidade. A Professora Marília me deu total liberdade para a escolha do tema da palestra, que seria destinada aos alunos de todas as licenciaturas e engenharias e professores da UENF. Optei então por falar das “Experiências Vividas no CERN”.

Foram onze minutos de explanação dedicados à estadia em Lisboa, ao LIP, ao curso no CERN e às visitas em Genebra. Procurei des-

pertar nos universitários a vontade de ir ao CERN e participar do curso. Abordei peculiaridades dos locais que conheci, de como foi a preparação para a viagem. Falei da receptividade dos portugueses e africanos, da rotina pesada do curso e do aprendizado adquirido. Procurei destacar também como o CERN se preocupa em preservar as histórias de cada laboratório, expondo peças antigas em salas, como pequenos museus, ou fazendo um grande painel de fotos, com todos os participantes de um determinado experimento, que deixaram suas contribuições ao longo dos anos.

Tive um cuidado especial de detalhar para os universitários todos os caminhos trilhados para chegar ao curso na Suíça e mostrar que isso era uma oportunidade que estaria ao alcance de todos. Como disse a Professora Marília, falei com muita empolgação.



Palestra no Centro de Convenções da UENF (acervo pessoal).

Encerrei a palestra com os agradecimentos às instituições organizadoras do curso, à Sociedade Brasileira de Física (SBF), ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), ao CERN e ao financiamento da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Também agradei à UENF por ter me mostrado os caminhos para que eu alcançasse essa vitória na minha carreira profissional. Ao final, me reuni com os universitários durante o coquetel de recepção para mais trocas de informações.

## **Feira de Ciências no CEJP**

Dando continuidade ao programa de divulgação, promovemos no início de 2013 uma Feira de Ciências no Colégio, com a colaboração

dos bolsistas do PIBID da UENF para recepcionar os novos alunos. A Feira se estendeu durante toda manhã do dia 06 de março de 2013, com várias atividades. Fizemos um rodízio com as turmas, alternando os grupos entre o Laboratório de Ciências, para acompanhar a montagem de uma pequena câmara de nuvens (sugestão do Prof. Mick Storr) por parte dos bolsistas, o Laboratório de Informática para participar da Oficina de Simulações e a Sala de Multimídia para assistirem aos vídeos científicos, destinados ao LHC e ao Big Bang.



Alunos no laboratório durante a Feira de Ciências (acervo pessoal).

Todas essas atividades foram desenvolvidas com o objetivo maior de permitir que os jovens de Campos dos Goytacazes conheçam um pouco mais sobre o CERN e o que ele representa para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

## Referências

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

INTERNATIONAL Physics Masterclasses. Disponível em: <<http://kjende.web.cern.ch/kjende/pt/index.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2013.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

## A SALA DE AULA PÓS-CERN: EXPERIÊNCIA COM OS ALUNOS DE ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO

---

Cecília Heliete Silva Resende\*

### Introdução

**C**onhecer o CERN – Centro Europeu de Pesquisa Nuclear – foi uma experiência que mudou minha maneira de compreender mais nosso Universo, nossa existência, pois me despertou a vontade de aprender e ensinar aos meus alunos a Física de Partículas. Assim que retornei ao Brasil, já coloquei em prática minha proposta de repassar tudo que vivi e aprendi no CERN, fazendo uma primeira apresentação dos detectores e do acelerador LHC.

Neste ano de 2013, fui selecionada pela Sociedade Brasileira de Física, por meio da sua Secretaria para Assuntos de Ensino, e financiada pela Diretoria de Educação Básica Presencial da CAPES, a participar da visita e um curso no CERN – Centro Europeu de Pesquisa Nuclear, em Genebra, na Suíça, em setembro. Os professores brasileiros têm ido ao CERN no Programa Original dos Professores Portugueses, graças à oportunidade gerada pelo LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas), em Lisboa. Pretendo relatar aqui algumas experiências vividas com meus alunos após essa fantástica aventura científica, onde conheci o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC. Vinte países europeus são oficialmente membros do CERN, fundado em 1954. Outros

---

\* Escola de Física CERN 2013.

quarenta países, incluindo o Brasil, possuem pesquisadores envolvidos nos projetos. Supervisora do PIBID de Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM – desde julho de 2011, professora nas escolas estaduais Minas Gerais e Frei Leopoldo de Castelnuovo, em Uberaba, meu objetivo neste trabalho é relatar minha experiência com os alunos, em uma primeira amostra do que significam os detectores, aceleradores, e que iremos explorar futuramente com a Física de Partículas. Considerando minha experiência vivida nas aulas e visitas que fiz aos laboratórios do LHC (Large Hadron Collider) e as necessidades dos alunos de Ensino Médio de entrar em contato com assuntos relacionados à Física Moderna, realizei este trabalho.

## **Proposta didática**

### ***Primeira atividade: Aula expositiva, apresentação de slides***

Foi apresentado aos alunos, utilizando o *Power Point* e usando uma linguagem simples e clara, a minha visita ao CERN. Os *slides* continham fotos e explicações sobre os detectores, aceleradores, neutrinos, as salas de controle e as palestras. Os temas abordados foram os que seguem.

### ***O que são os aceleradores de partículas?***

São equipamentos complexos usados para uma missão “bem simples”: investigar do que o mundo é feito. Eles ajudam os cientistas a descobrir quais os ingredientes básicos na composição de todos os materiais que conhecemos. Em nenhum lugar do cosmos, nem mesmo no interior das maiores estrelas, é possível produzir as condições que o LHC produz: recriar o que estava acontecendo no Universo 1 bilionésimo de segundo após sua criação, de acordo com os cientistas que acreditam que o Universo foi criado após o Big Bang. O primeiro acelerador de partículas foi criado pelo físico britânico Ernest Rutherford em 1911. Um exemplo simples de acelerador de partículas é a televisão, onde elétrons são liberados, acelerados por um campo elétrico e colimados por um campo magnético, atingindo a tela e formando a imagem. Exemplos comuns também existem nos geradores de raios-X, na produção de isótopos radioativos, na radioterapia do câncer, na radiografia de alta potência para uso industrial e na polimerização de plásticos.

“Eles criam jatos de partículas úteis, por exemplo, na medicina. Um tumor de câncer pode ser combatido com feixes de prótons criados em aceleradores”, diz o físico Alejandro Szanto, chefe do Departamento de Física Nuclear da Universidade de São Paulo (USP).

### **Ficha técnica do LHC, o Grande Colisor de Hádrons**

**Forma:** um megatúnel em forma de anel

**Profundidade:** de 50 a 175 m

**Energia consumida:** 800 mil MWh por ano

**Área ocupada:** 56,6 km<sup>2</sup>

**Velocidade das partículas:** um bilhão de km/h, 99,99% da velocidade da luz

### ***O maior acelerador de partículas da Terra***

Este é o acelerador LHC (sigla em inglês para Grande Colisor de Hádrons), que foi montado perto de Genebra, na Suíça. Sua construção consumiu 618 milhões de dólares por ano. Veja agora o que acontece dentro da sua gigantesca estrutura:

1. Dentro do anel de 27 km de circunferência, bilhões de prótons, impulsionados por fortíssimos ímãs, são atirados uns contra os outros a uma velocidade próxima à da luz (300.000 km/s).

2. Mais de 40 milhões de colisões acontecem a cada segundo. Isso ocorre no interior de detectores, para que os físicos saibam onde e como surgirão as partículas resultantes das colisões.

3. Quando dois prótons colidem, eles se despedaçam em quarks, elétrons e fótons.

4. Quase que instantaneamente, quarks se unem para formar os chamados mésons. Também surgem os múons – um tipo de elétron 207 vezes mais pesado que o elétron normal.

5. Ao estudar essas partículas, os físicos podem entender melhor a natureza da matéria e ter uma idéia de como ela se formou após o Big Bang.

### **Neutrinos**

Partícula elementar da matéria, fantasma ou camaleão, o neutrino é incrivelmente difícil de detectar, por mais que sua presença seja muito maior no universo do que quaisquer dos constituintes do átomo.



Experiência feita com neutrinos em uma câmara de líquido pesado, no CERN.  
FONTE: Getty Images.

### ***Detectores: ATLAS, CMS, ALICE E LHCb***

**ATLAS** – sigla inglesa de **A Toroidal LHC ApparatuS** (Dispositivo Instrumental Toroidal para o LHC). O ATLAS é um detector de partículas de múltiplo propósito, da mesma forma que o CMS, mas de maiores dimensões e de concepção diferente. Ambos têm, dentre suas diversas finalidades, detectar o bóson de Higgs.

### ***Bóson de Higgs***

O bóson de Higgs foi predito primeiramente em 1964 pelo físico britânico Peter Higgs, trabalhando as ideias de Philip Anderson. Entretanto, desde então não houve condições tecnológicas de buscar a possível existência do bóson até o funcionamento do Grande Colisor de Hádrons (LHC) em meados de 2008. Em 4 de julho de 2011, os físicos e cientistas do CERN deram a grande notícia: a partícula descoberta pelos detectores ATLAS e CMS é verdadeiramente o Bóson de Higgs, o tijolinho fundamental na criação do universo. A notícia foi dada com a presença importante de Peter Higgs.

### ***MAS-2***

Estudam-se raios cósmicos de energia mais baixa. Este complexo detector de partículas, instalado na Estação Espacial Internacional, recolhe dados sobre a antimatéria no Universo.

## ***Segunda atividade: trabalho de pesquisa após a aula***

Após a apresentação da aula e explicações, sugeri que os alunos fizessem uma pesquisa a partir da qual eles deveriam elaborar perguntas referentes ao tema abordado e o que eles gostariam que fosse trabalhado durante o quarto bimestre.

Foi proposto também que fizessem uma argumentação sobre a apresentação da aula.

Algumas das perguntas mais comuns são apresentadas a seguir.

### **Perguntas e argumentação dos alunos do primeiro e terceiro anos do ensino médio da Escola Estadual Minas Gerais**

- Como conseguem chegar a uma velocidade bem próxima da velocidade da luz?
- Como funciona o satélite que está no espaço?
- O que é antimatéria?
- Quais foram as iniciativas para começar esse trabalho?
- Em meio às dificuldades, foi possível abranger todo o conhecimento sobre o assunto na sua visita ao LHC?
- Porque a antimatéria não pode ser utilizada?
- Para onde a energia produzida pelo acelerador é distribuída?
- Quantos aceleradores de partículas existem?
- O que um buraco negro pode fazer? Qual a sua função? Como ele é criado?
- Qual a importância da fórmula  $E = mc^2$ ?
- O que é um fóton?
- Toda essa descoberta afeta de que forma a vida da população em geral?
- O espaço físico do Centro de Pesquisa da Europa é de que dimensão?
- Antes do Big Bang o universo era opaco, mas a pergunta é: o que era esse "opaco", o que tinha nesse opaco, por que era opaco?
- Como são calculados, por exemplo, os 14 bilhões de anos do surgimento do Universo?
- O Universo realmente não tem fim? Como explicar esse fato?
- Por que os cientistas dizem que o próton pode curar doenças, por exemplo, tumor? (Obs.: vimos um vídeo de um cientista falando sobre isso, mas não entendemos.)
- O que um acidente com o equipamento poderia nos causar?
- Após a viagem, sua "fome" por conhecimento sobre o assunto aumentou bastante. Como e quais são as formas que você usará para se aprofundar cada vez mais no assunto?

- No que os cientistas se basearam para construir um acelerador de partículas cilíndrico? E o linear?
- Por que o LHC precisa ser resfriado a  $-271^{\circ}\text{C}$ ?
- Como se explica o Big Bang? Existem outras teorias sobre a origem do Universo? Quais?
- O que pode acontecer se os cientistas chegarem a 100% da velocidade da luz no acelerador de partículas?
- Existe alguma teoria, além do Big Bang, que possa ser estudada a partir dos aceleradores?
- Qual foi a importância da descoberta da antimatéria?

### ***Críticas e argumentações sobre a apresentação da aula***

“Sobre a viagem, achei muito interessante, a 1ª aula me fez ter uma enorme curiosidade sobre o assunto”.

“A apresentação ficou muito bem feita e explicada. Porém, deveria conter mais imagens e vídeos (de curta duração)”.

“O bom de ter uma professora que foi realmente ver o maior acelerador de partículas do mundo é que se pode ter um maior conhecimento, pois não fica somente na teoria, mas na “prática”, e também facilita a explicação da matéria nesse 4º bimestre. Você está transmitindo essas informações muito bem e estamos conseguindo aprender com mais facilidade”.

“Acho interessante a forma como o trabalho foi abordado e como essas novas descobertas fazem com que questionemos ideias e sistemas de crenças que tínhamos aprendido desde crianças. É fundamental ter maturidade suficiente para entender o novo.”

“A apresentação foi muito boa e explicativa, podemos entender a real função do LHC.”

“A apresentação foi muito boa, você soube nos passar os temas estudados em sua pesquisa de maneira simples e objetiva”.

“Com a sua apresentação, foram expostos os principais pontos sobre o LHC, dentre eles a sua função e suas características físicas e tecnológicas. Mesmo com pouco tempo para assimilar as informações sobre as pesquisas, você conseguiu nos fornecer uma boa síntese do assunto”.

“Nós, como alunos, ficamos felizes de ter você como professora e ter nos escolhido para passar seu conhecimento sobre coisas que muitos não sabiam. Todos nós ficamos orgulhosos de você representar o povo uberabense lá na Suíça, exclusivamente nós da Escola Minas

Gerais. Cecília, você explicou muito bem o que você compreendeu nessa viagem. Muito boa mesmo a explicação”.



Aula ministrada em novembro de 2013, no terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Minas Gerais - Uberaba, referente à minha visita ao CERN (acervo pessoal).

## Conclusão

A proposta da pesquisa foi alcançada. Por meio das perguntas e argumentações, foram possíveis um planejamento mais organizado e a abordagem de assuntos do interesse específico dos alunos. Com as aulas de exposição do CERN, foi observado o grande interesse em alguns alunos em projetos de pesquisa. Foi despertada nos mesmos uma vontade de crescer e entender mais sobre assuntos relacionados ao estudo do Universo, da Física Moderna, da Física de Partículas. Isso para mim foi um reconhecimento do trabalho que venho realizando pós-CERN, um fruto que terei o prazer em colher daqui a alguns anos, vendo alguns de meus alunos pesquisadores, cientistas, físicos. Levar até meus alunos este projeto científico ambicioso é uma realidade que veio a tornar-se uma tarefa altamente complexa para mim.

## Referências

[http://es.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_ATLAS](http://es.wikipedia.org/wiki/Experimento_ATLAS)

[http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2013\\_sandro\\_1.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2013_sandro_1.pdf)

<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/o-que-sao-e-para-que-servem-os-aceleradores-de-particulas>

<http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/o-que-e-um-neutrino/n1597224017373.html>

[http://www.passeiweb.com/na\\_ponta\\_lingua/sala\\_de\\_aula/fisica/fisica\\_de\\_particulas/aceleradores\\_de\\_particulas/acelerador\\_de\\_particulas](http://www.passeiweb.com/na_ponta_lingua/sala_de_aula/fisica/fisica_de_particulas/aceleradores_de_particulas/acelerador_de_particulas)

# A sala de aula pós CERN: UMA EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO DISTRITO FEDERAL

---

Glauson Francisco Chaves Nogueira\*

## O percurso para a formação de professores em coordenação pedagógica

A sala de aula dos professores de Ciências Naturais, e em especial dos professores de Física, tem sido nos últimos anos um local onde na maioria das vezes os docentes têm concentrado a maior parte do seu tempo em resoluções de problemas fundamentalmente da Física Clássica como corpo de seus ensinamentos em Ciências, o que, de certa forma, distancia professores e estudantes das vivências atuais das tecnologias desenvolvidas a partir dos conhecimentos científicos que unem os elos de campos conceituais das ciências, das tecnologias e da própria sociedade.

Não iniciamos este trabalho por criticar a Física Clássica, mesmo porque defendemos seus ensinamentos como fontes fundamentais e de primazia aos conhecimentos científicos, hoje dominados pelo homem contemporâneo. Mas, ao mesmo tempo, há de se construir um paralelo que busque abrilhantar o papel dos professores de Física em sala de aula diante de uma geração de estudantes que nasce voltada aos prin-

---

\* Escola de Física CERN 2012.

cípios tecnológicos e com questionamentos ao mundo científico, que se defronta com currículos da Educação Básica que ainda estão centrados nos conhecimentos científicos desenvolvidos nos últimos quatrocentos anos que antecedem o século XX, que se propõe a ensinar saberes que de pronto não respondem às expectativas das vivências e aprendizagens humanas destes jovens. Tal situação nos remete a uma defasagem conceitual na forma de ensinar novos conhecimentos contemporâneos aos estudantes que lhes possibilite perceber uma nova forma de conhecer a natureza, por intermédio do conhecimento que parte do mundo microscópico para o macroscópico, a partir das concepções conceituais da Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Nesta concepção de aproximação de conhecimentos e de multiplicar em sala de aula o gosto pela ciência e ainda de identificação de valores estudantis para a Física, a Escola de Física CERN 2012 promoveu um papel importante na formação do primeiro professor da Capital Federal a participar de um curso internacional de tamanha envergadura.

Diante das expectativas de ter um formador de profissionais com formação em Licenciatura em Física na abordagem da Física Moderna e Contemporânea e ainda do professor em questão ter trabalhado no Grupo de Trabalho que reavaliava e reconstruía os currículos de Física da Educação Básica da SEDF, bem como ser o mesmo membro do Grupo de Sistematização e Redação Final – GSRF – do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília – PAS/UnB – na condição de relator de objetos de avaliação para o ingresso ao Ensino Superior da UnB, vinculado ao Centro de Seleção e Promoção de Eventos da UnB – CESPE, encontrou-se então terreno fértil para a implementação de projeto de ousadia formativa no corpo de uma coordenação pedagógica construtivista e de aprendizagem significativa de conceitos de FMC, em especial a de Física de Partículas, haja vista o mesmo estar, enquanto coordenador de Educação Básica da Instituição Educacional do Centro Educacional 07 de Ceilândia, DF, atuando nas modalidades de Ensino Médio e Educação de Jovens e adultos – 3º Segmento –, sendo mestre em Ensino de Ciências pela UnB, com pesquisa a respeito da inserção de conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio num curso de formação de professores, e ainda sob sua tutela 12 professores com formação específica em Física em atuação direta na disciplina com visão de que uma formação continuada, a partir das vivências adquiridas na Escola de Física CERN 2012, poderia propor alterações e melhorias na práxis desses docentes.

No contexto e possibilidades em epígrafe, nota-se que a SEDF possibilitou ao professor sua disponibilização a fim de que o mesmo pudesse, em seu retorno, formular curso de aprimoramento de seus professores coordenados, como forma de troca de experiências das sessões experimentais, visitação ao laboratório do European Organization for Nuclear Research, conhecido como CERN, em Genebra, e ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), de Lisboa.

A Escola de Física do CERN foi realizada em Lisboa, Portugal, no LIP, e no CERN, em Genebra, na Suíça. Ela foi destinada a professores de escolas secundárias, em Língua Portuguesa, com a participação de professores da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP). Foi organizada pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), com fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e promoveu um encontro formativo com trinta professores de todo o país, experiência que proporcionou ainda mais motivações para a proposta de curso de formação de professores.

Na busca de uma expectativa teórica, recorremos aos ensinamentos de Feynman, que destacamos abaixo:

[...] Se, em algum cataclismo, todo o conhecimento científico fosse destruído e apenas uma sentença passada adiante para a próxima geração de criaturas, que enunciado conteria o maior número de informações em menos palavras? Acredito que a hipótese atômica (ou o fato atômico, ou como quiser chamá-lo) de que todas as coisas compõem-se de átomos de pequenas partículas que se deslocam e movimentam em perpétuo, atraindo umas às outras quando estão a uma certa distância, mas repelindo-se quando comprimidas umas contra as outras. Nessa única sentença, você verá, existe uma enorme quantidade de informação sobre o mundo, bastando que apliquemos um pouco de imaginação e raciocínio (FEYNMAN, 2004, p. 39).

Feynman, em sua construção da indagação científica, nos remete à necessidade de criarmos um elo entre as expectativas da visão de mundo dos estudantes e dos professores de Física, os quais devem ser os motivadores por excelência das habilidades e competências necessárias para a aprendizagem significativa.

A expectativa criada em torno da viagem de um professor de escola pública do DF ao CERN motivou os colegas docentes de Física, que se reorganizaram a fim de trocar informações que viessem a facilitar a troca de experiência após a Escola de Física CERN.

## **A Física de Partículas, uma nova experiência para professores da Secretaria de Educação do Distrito Federal**

O estudo da Física Moderna e Contemporânea, em suas diversas vertentes, foi aplicado como parte do CURSO DE FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE PROFESSORES DE FÍSICA DO CED 07, que se tornou proposta de implementação do curso para formação geral dos professores de Física da Secretaria de Educação do Distrito Federal no segundo semestre de 2013. O curso foi organizado em tópicos formativos e carga horária de 60 horas, possibilitando uma certificação da Escola de Aperfeiçoamento de Profissionais de Educação – EAPE/SEDF, a qual, em projeto de curso específico, oferece aos professores formação continuada, sendo a área de Física uma das mais carentes.

O curso foi elaborado pelo professor Glauson Chaves, participante da Escola de Física CERN 2012, em três fases:

I – Apresentação do Curso para todos os professores da escola como forma de divulgar e relatar atividades, fotos e discussões do encontro internacional;

II – Convite oficial a professores de Física, Química e Biologia e demais interessados na participação das atividades, que formaram um grupo de 15 professores, sendo 12 de Física, 1 de Química e 1 de Matemática;

III – Início do curso de duas horas quinzenalmente no período de 01 de outubro a 10 de novembro de 2012.

Com a equipe de cursistas definida, o curso foi desenvolvido nas dependências do Centro Educacional 07 de Ceilândia, no espaço e período reservados à coordenação pedagógica da escola. A participação dos professores foi voluntária e aos mesmos foram disponibilizadas, com as devidas adaptações, as atividades conforme o programa oficial da Escola de Física CERN 2012<sup>1</sup>, promovendo uma visita virtual às atividades do CERN.

O conteúdo programático do curso foi assim apresentado:

---

<sup>1</sup> Disponível em <<https://indico.cern.ch/event/202200/>>.

A sala de aula pós CERN: uma experiência na formação de professores de Física na Educação Básica do Distrito Federal

| Conteúdo  | Hora-aula | Avaliação   |
|---|-----------|---|
| 1. Escola de Física CERN 2012 – Um Espaço de Aprendizado Cultural em Lisboa e Genebra   | 2         |   |
| 2. Interações Fundamentais  | 1         | Revisão oral de conteúdos.  |
| 3. Limitações da Física Clássica  | 1         |   |
| 4. A Discussão Científica (Nuvens de Kelvin)  | 1         | Revisão oral de conteúdos.  |
| 5. O Nascimento da Mecânica Quântica  | 2         | Debate.   |
| 6. Uma Nova Forma de Ver o Mundo  | 2         | Debate.   |
| 7. Efeito Fotoelétrico  | 1         | Aula elaborada por três grupos, com 20 minutos de explanação a respeito do tema.  |
| 8. Primeiros Postulados da Mecânica Quântica  | 2         |   |
| 9. O Átomo de Bohr  | 1         |   |
| 10. Princípio da Correspondência.   | 2         |   |
| 11. Dualidade Partícula-Onda  | 2         |   |
| 12. Princípio da Complementaridade  | 2         | Aula elaborada por três grupos, com 20 minutos de explanação a respeito do tema.  |
| 13. A criação do CERN e a renovação da ciência europeia – Prof. Dr. José Mariano Gago (LIP e IST)   | 2         | Elaboração de uma avaliação objetiva a respeito do histórico do CERN.   |
| 14. O CERN hoje - Dr. José Carlos da Silva (LIP)  | 2         |   |
| 15. Introdução à Física de Partículas e ao Universo   | 2         |   |
| 16. Uma introdução básica à Física de Partículas e à Cosmologia - Prof. Dr. Pedro Abreu (LIP, IST)  | 2         |   |
| 17. A Física de CMS - João Varela (LIP)   | 2         |   |
| 18. Introdução à Física de Partículas e ao Universo - Prof. Dr. Pedro Abreu   | 2         | Debate a respeito dos tópicos anteriores.   |
| 19. Sistemas de Aquisição de Dados - Clara Gaspar (CERN)  | 2         |   |
| 20. Física de Partículas sem Aceleradores artificiais – Dr <sup>a</sup> Sofia Andringa (LIP)  | 2         |   |
| 21. Física de Partículas e Astropartículas em experiências de Raios Cósmicos, Raios Gama e Experiências de Neutrinos – Dr <sup>a</sup> Sofia Andringa (LIP) | 2         | Discussão e pesquisa a respeito dos estudos de partículas na Argentina e a participação brasileira em física teórica de partículas. |
| 22. A Assimetria Matéria-Antimatéria e LHC - Prof. Ignacio Bediaga (CBPF, Rio de Janeiro, Brasil)   | 2         |   |
| 23. Presente e Futuro em Física de Partículas - Prof. Gaspar Barreira (LIP)   | 2         |   |
| 24. Aplicações da Física de Partículas - Luís Peralta (LIP / FCUL)  | 2         |   |
| 25. A Experiência ATLAS - Amelia Maio (LIP)   | 2         |   |
| 26. Atividades de orientação de estudantes e elaboração de projetos   | 15        | Acompanhamento das atividades desenvolvidas com os estudantes.  |
| Total de horas  | 60        |   |

Foram utilizadas as palestras dos pesquisadores que acompanharam toda a Escola de Física CERN, com o intuito de fazer os professores, participantes do curso, se sentirem parte integrante da proposta, bem como de fortalecer os interesses dos mesmos ao longo das aulas e assim proporcionar-lhes conhecimento científico relevante para a aplicação em suas salas de aula, nas diversas séries do ensino médio.

O curso foi conduzido de forma que os professores pudessem perceber que a ciência e a tecnologia caminham juntas em prol da construção de uma sociedade melhor. Foi dada relevância ao conhecimento humano como gerador de expectativas, para se explicar o mundo e a natureza através de explicações claras a respeito de vários temas. Mas, principalmente, o curso teve a intenção de fornecer subsunçores aos professores de tal forma que eles pudessem transmitir aos estudantes uma forma de serem cidadãos críticos e capazes de entender a ciência como corpo da formação humana e da própria manutenção da vida pelas próximas gerações.

A metodologia aplicada foi de intervenção, apoiada em referências bibliográficas. Foram discutidos temas já elencados por Ostermann e Moreira (2000), tais como: Relatividade, Armas Nucleares, Efeito Fotoelétrico, Laser, Emissão de Corpo Negro, Polaroides, Cristais Líquidos, Supercondutividade, Interações Fundamentais, Partículas Elementares, Caos, Radioatividade, Mecânica Quântica, Raios Cósmicos, Astrofísica, sendo estes temas os detonadores conceituais para a exploração dos conhecimentos prévios dos professores a respeito da Física de Partículas e de suas aplicações. Foram abordados outros resultados decorrentes das investigações do CERN, desde o desenvolvimento World Wide Web (WWW), que surgiu para organizar os experimentos no CERN, até aplicações nos diagnósticos de doenças e tratamentos de tumores.

Tal realidade fez com que os professores fossem assíduos às aulas do curso, bem como saímos do relato expositivo para o âmbito da dialética e do debate, fortemente ligado aos questionamentos, e assim a cada aula propunha-se a elaboração de um mapa conceitual, com o intuito de promover novas habilidades no aprender e no ensinar.

De início, foi possível identificar que apenas dois dos professores participantes, de alguma maneira, promoviam uma inserção de conteúdos de FMC em suas aulas. Mas, à medida que o curso se desenvolvia, os demais começavam a aplicar e reaplicar os conceitos discutidos, desenvolvendo uma forte cooperação entre os professores.

Como material de apoio didático foram fornecidos a todos os *slides* e gravações obtidos na Escola de Física CERN, bem como reproduzidas animações para que os mesmos pudessem utilizar para fins didáticos com seus estudantes, notando uma porcentagem de aplicação em 58% com estudantes do terceiro ano do ensino médio, 24% com estudantes do segundo ano e 18% com estudantes do primeiro, sendo que os assuntos de eletrostática, eletromagnetismo, óptica física, energia nuclear, modelos atômicos, movimentos circulares e orbitais, formação do universo, história e filosofia da ciência, tópicos de mecânica quântica e relatividade, foram os mais aplicados pelos professores em sala de aula ao longo do período de curso. Deve-se destacar a mudança que houve nas abordagens dos professores, que passaram a utilizar uma abordagem mais voltada à Física Moderna.

Foi perceptível a interação dos estudantes com estes professores, o que culminou na proposta final de transposição didática por intermédio de três temas como trabalho formativo em três áreas: a Física Médica, a Física Forense e a Física Nuclear e de Partículas.

A atividade, além de ser uma avaliação dos estudantes, funcionou como parâmetro avaliativo do curso, bem como de proposta para construção do projeto pedagógico do curso a ser implementado pela EAPE/SEDF, a partir do segundo semestre de 2013.

Os estudantes puderam, juntamente com os cursistas, apresentar conceitos como fundamentos da Mecânica Quântica: dualidade, princípio da incerteza, caráter probabilístico de resultados de medida, radiações, ordem de grandeza, modelos atômicos, PET/CT, radiobiologia, radiodiagnóstico, tratamento de neoplasias malignas por uso de radiofármacos e sua produção em aceleradores de partículas, estudo físico aplicado às perícias criminais e seus equipamentos, como o espectrofotômetro e o cromatógrafo, e ainda o estudo de estruturas microscópicas que compõem a matéria.

Assim, destaca-se que o trabalho gerou frutos de ordem significativa aos professores e estudantes, de maneira que existiu uma componente educativa em torno das contribuições dos trabalhos de pesquisa do CERN e ainda da inter-relação dessas contribuições com a integração do Brasil no seio da pesquisa científica de ponta, aliada aos resultados em prol do bem-estar da sociedade, fazendo uma aproximação antes pouco vista entre professores e estudantes.

Há de se destacar que como pontos pouco favoráveis à implementação do curso estavam a pouca experiência de alguns professores

com os conceitos de FMC, a dificuldade em trabalhar com mapas conceituais e ainda a dificuldade em um estudo contínuo fora do ambiente colaborativo, o que nos levava a retornar com revisões periódicas a respeito de assuntos dados anteriormente.

Os professores mostraram-se, em um primeiro momento, reticentes à ideia de mudar a práxis pedagógica, bem como houve estudantes com diversas dúvidas em relação aos três primeiros módulos, devido à ruptura da ortodoxia e cartesianismo das aulas dos professores, sendo que a avaliação teve que estar associada à nota como impulsionadora de adesão, sendo então vista por parte dos estudantes como uma avaliação de recuperação contínua e paralela de conteúdo, o que em nossa ótica não é a razão do curso, bem como o desejável em relação às motivações dos estudantes.

Tais pontos negativos são importantes destacar, pois servem de parâmetros para a reavaliação de condutas e procedimentos a seguir, que esperamos sanar quando da disponibilidade da estrutura da EAPE/SEDF para a formação dos educadores com um curso que possa ser presencial e no formato a distância, para que com isso se retroalimentem os conhecimentos em fóruns de debates e a avaliação denominada como Projeto de Intervenção Local – PIL.

A partir de uma proposta de construção dos mapas conceituais, fizemos uma imersão a partir da discussão de mapas conceituais, que levava em consideração o LHC – *Large Hadron Collider*, de tal maneira a construir conceitos que se tornaram subsunçores para a aprendizagem significativa em partículas, no âmbito da Física Moderna e Contemporânea.

O modelo padrão de partículas elementares, com as partículas básicas e as interações fundamentais (eletromagnética, forte, fraca e gravitacional), foi essencial para um melhor entendimento das aplicações das partículas, em particular dos estudos propostos na Escola de Física CERN 2012.

Neste contexto, produzimos os mapas conceituais como um objeto avaliativo da construção do conhecimento e ainda da identificação de obstáculos epistemológicos que possam de alguma maneira interferir no processo de ensino de professores na educação básica.

Esses mapas foram importantes para proporcionar uma nova forma de os cursistas interagirem entre si, com a apresentação dos mapas a cada semana e assim delineando um conhecimento de forma a ser

construído em etapas, no intuito de compor a turma de forma uniforme em suas expectativas e aprendizado.

Por fim, a experiência vivida antes, durante e após a Escola de Física CERN 2012 foi de profunda realização de aprimoramento e de busca e necessidade de multiplicar tais conceitos aos demais docentes de Física, caracterizando assim experiências formadoras extraordinárias e nos mostrando que a continuidade do aspecto de pesquisa em sala de aula com motivação aos professores torna-se viável a partir do trabalho organizado pela SBF em conjunto com o LIP e ainda com o financiamento da CAPES, haja vista atender as necessidades estabelecidas e propostas pelo programa como formador de profissionais em Ensino de Física.

## Referências

ALVARENGA, B. A relevância do ensino médio da Física Atômica e das partículas elementares no currículo do 2º grau. In: CARUSO, F.; SANTORO, A. **Do átomo grego à Física das Interações Fundamentais**. Trabalho apresentado na I Escola Internacional de Física de Altas Energias do LAFEX. Associação Internacional dos Amigos da Física Experimental de Altas Energias. Rio de Janeiro. 1994.

BALTHAZAR, W. F.; OLIVEIRA, A. L. O LHC (Large Hadron Collider) e o uso da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade e História da Filosofia da Ciência, como proposta para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009. **Anais... Formação Continuada de Professores em Serviço**. 2009.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano**: Ensaios 1932-1957. 1. ed. Tradução: Vera Ribeiro. Editora Contraponto, 1995. p. 105. ISBN 978-85-85910-07-5.

CERN. Organização Europeia para Pesquisa Nuclear. Disponível em: <<http://public.web.cern.ch/Public/en/About/About-en.html>>. Acesso em: 20 jul. de 2008.

\_\_\_\_\_. Organização Europeia para Pesquisa Nuclear. Disponível em: <<http://public.web.cern.ch/public/en/About/BasicScience3-en.html>>. Acesso em: 16 out. 2009.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. **Física para o Brasil**: pensando o futuro. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física. Bibliografia: 2005. ISBN: 8589064042.

CHAVES, F. G. **Uma proposta de inserção de conteúdos de Mecânica Quântica no Ensino Médio, por meio de um Curso de Capacitação para**

**Professores em atividade**, 2010. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7580/1/2010\\_GlausonFranciscoChaves.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7580/1/2010_GlausonFranciscoChaves.pdf)>.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**: fundamentos de Física explicados pelo seu mais brilhante Professor. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro. 2004. p. 39. ISBN 85-00-00479-7.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003a. ISBN: 85-219-0243-3.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 35 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003b. ISBN 85-219-0005-8.

JUNIOR, O. C. **Texto e contexto para o ensino de Física Moderna e Contemporânea na Escola Média**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. São Paulo,

MOREIRA, M. A. A Física dos quarks e a epistemologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 161-173, 2007.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a Teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001. p. 59. ISBN 85-88208-76-8.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 267-286, 1999.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma pesquisa bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 33, 2000. ISSN 1518-8795.

PERRENOUD, Philippe. **Formação contínua e obrigatoriedade de competências na profissão de professor**. Série Ideias, n.30. p. 205-251. São Paulo: FDE, 1998. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_30\\_p205-248\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_30_p205-248_c.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2009.

# AS CONTRIBUIÇÕES DA ESCOLA DE FÍSICA CERN PARA O ENSINO MÉDIO NA ESCOLA ESTADUAL ZINHA MEIRA

---

Kátia Ferreira Guimarães\*

## Ensino Médio em pauta

O Ensino Médio na escola pública hoje é um desafio para os professores de Física, visto que os alunos ainda consideram a Física um bicho papão, característica esta que pode desanimar o professor. Mas a Física não é uma ciência tradicional e sim inovadora, investigativa e transversal com as outras áreas do conhecimento humano e que por isso exige que os profissionais da educação compreendam que ensinar Física é promover a construção de conhecimento e a aquisição de novos comportamentos, e tanto o conhecimento como o comportamento são resultantes da formação do educador e da forma como ensina.

Neste âmbito, verifica-se a necessidade de mudança deste contexto e para isso são necessárias visão ampla dos educadores e formas alternativas de ensino. Nessa tentativa de inovar e resgatar o interesse dos alunos em aprender Física pode-se ensinar a teoria associada à prática, podendo-se utilizar das novas tecnologias como internet, *softwares*, vídeo games, podendo-se também utilizar e desenvolver experimentos de baixo custo ou com materiais recicláveis.

É claro que os recursos didáticos têm relativa importância na aprendizagem da Física, cabendo, em geral, ao professor apostar e acre-

---

\* Escola de Física CERN 2013.

ditar na capacidade do aluno de construir seu próprio conhecimento, incentivando-o e criando situações que o levem a refletir e a estabelecer relação entre diversos contextos do dia a dia, produzindo assim novos conhecimentos, conscientizando ainda o aluno de que o conhecimento não é dado como algo terminado e acabado, mas sim que ele está continuamente em construção. Por outro lado, não se pode deixar de considerar que o processo ensino-aprendizagem de Física vincula-se diretamente ao campo das estruturas cognitivas dos indivíduos e à formação do professor.

A Escola de Física CERN vem apresentando nos últimos anos uma proposta de ensino diferente, que requer uma identificação com as teorias de aprendizagem concomitantemente a uma visão holística como forma de discutir os mecanismos que favorecem a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos. Nessa Escola, a formação oferecida é interdisciplinar, pois relaciona a Física com a História no sentido cultural, com a Matemática e com outros campos de conhecimento, estabelecendo uma forma de expressão que pode estimular o aluno do Ensino Médio a optar por ser, enquanto estudante, um cientista, a buscar o eu físico de cada um. Uma teoria construtivista que busca construir o conhecimento de modo a facilitar sua compreensão.

Com isso, pode-se verificar durante a Escola de Física CERN o desenvolvimento como professor e como ser humano, em que o aprendizado se realiza na interação entre professores brasileiros, portugueses e africanos, comprometidos em se ajudar mutuamente. O aprendizado fornecido foi capaz de orientar e estimular o desenvolvimento de funções sinápticas que nunca haviam sido ligadas evidenciando a construção do conhecimento.

O CERN foi a experiência marcante capaz não apenas de mudar a realidade do professor, mas a realidade de uma escola do interior de Minas Gerais, que se sentiu motivada a inovar o processo de ensino-aprendizagem de Física e culminou na apropriação do conhecimento pelos alunos desta escola.

Pode-se dizer que a formação de professores de Física oferecidos pela Escola de Física CERN afeta o aprendizado em diversos aspectos, mas principalmente porque, sendo o professor a mola propulsora do conhecimento, se ele for estimulado e motivado, certamente isso transformará suas aulas em aulas estimulantes e motivadoras para os alunos.

## Visita ao CERN

Por meio das visitas aos detectores LHCb, que estuda fenômenos relativos à antimatéria e ao CMS, que abrange o universo de possibilidades da Física inclusive na busca de evidências do bóson de Higgs, e dos cursos realizados no CERN durante a Escola de Professores CERN em Língua Portuguesa 2013, pudemos levar aos estudantes do Ensino Médio o conhecimento sobre o universo das partículas e com isso expandir os conhecimentos destes alunos para a Física com visão holística.

Partimos do Rio de Janeiro para Portugal, Lisboa, e tivemos palestras no LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas – com o pesquisador Pedro de Abreu, que nos mostrou o laboratório e nos preparou para conhecer os experimentos do LHC. Além disso, tivemos também oportunidade, em Lisboa, de visitar vários locais de interesse histórico, científico e cultural. Dois dias depois partimos para Genebra, na Suíça, onde ficamos hospedados no hotel do próprio CERN – Centro Europeu de Pesquisa Nuclear. Lá fomos recepcionados pelo Dr. Mick Storr, tivemos palestras com pesquisadores portugueses e profissionais de renome internacional e também visitamos as cavernas dos detectores LHCb e CMS, a cerca de 100 metros de profundidade.

Nestas visitas pudemos viver o inimaginável. Porque não é simples falar de Física, mas quando você vive a Física de perto e sente que a teoria não é apenas teoria, mas que é verdade, e que é possível o impossível, consegue perceber como essa vivência é essencial ao professor. É essencial para que ele continue a exercer o seu papel de professor, que não é apenas ensinar, mas instigar os estudantes, principalmente do Ensino Médio, para que explorem a Física na sua área de afinidade.

E foi por essa motivação que, ao retornar da Escola de Física CERN, eu propus um trabalho voltado especificamente para o inusitado: apresentar o LHC aos alunos da Escola Estadual Zinha Meira para que eles pudessem explorar seus talentos mais voltados para Física de partículas.

## Após CERN

Minha proposta foi ir em busca de um Ensino de Física contextualizado e que conduza os estudantes do Ensino Médio a uma aprendizagem que lhes possibilite entender a Física de modo mais abrangente. Por este

motivo, realizei com meus alunos oficinas onde mostrei as atividades realizadas no CERN por meio de vídeos, *slides* e experimentos e mostrei para os alunos que o universo de partículas está presente em nosso cotidiano.

A atividade foi desenvolvida aproveitando o interesse dos alunos previamente despertado pela viagem da professora e por meio de pesquisas por eles desenvolvidas antes da partida. Cada grupo escolheu um detector que foi o tema de sua oficina e, após a escolha e apoiados pela professora, eles problematizaram o tema trazendo-o para a sua realidade. Ficou evidente, em uma conversa inicial que teve a finalidade de levantar seus conhecimentos prévios e explicar o que seria desenvolvido, que os estudantes conhecem muitas coisas a respeito do CERN, do LHC e dos detectores, o que facilitou meu trabalho de, o tempo todo, procurar desenvolver o interesse dos alunos pela Física de partículas e pelo LHC.

Os alunos foram orientados no sentido de que deveriam realizar uma busca e trazer material relacionado ao LHC. Após esta fase, selecionaram junto com a professora o material trazido de acordo com seus respectivos detectores e então foi realizada nova organização do material, a montagem dos experimentos, cartazes e maquetes dos detectores; além disso, a disposição dos *softwares* que melhor se aplicassem ao tema escolhido. Os grupos ficaram dispostos assim:

- GRUPO 1 – ALICE
- GRUPO 2 – LHCb
- GRUPO 3 – CMS
- GRUPO 4 – ATLAS E BÓSON DE HIGGS

Depois dessa atividade, os alunos com habilidades artísticas desenharam, os com habilidade em eletrônica fizeram placas e sensores que poderiam simular o funcionamento dos detectores, os que tinham habilidade computacional encontraram *softwares*. O importante é que todos trabalharam com suas características e cada um descobriu a Física e o físico que existe dentro deles. Foram desenvolvidas as mais variadas atividades, inclusive com alguns alunos participando em mais de uma. Foi possível perceber que a fala dos estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Zinha Meira mudou e tornou-se mais positiva em relação à Física e à Física de Partículas.

Após a apresentação oral dos estudantes do 3º ano do ensino médio, foi feita uma análise dos conceitos físicos envolvidos, foram expostas as referências utilizadas pelos alunos e professora e foi realizada uma exposição dos trabalhos para a comunidade escolar e a sociedade.

A forma como os alunos apresentaram os projetos foi conceitual, pois a proposta de trabalhar com os detectores era fazer com que os alunos estabelecessem relações entre conceitos e aplicações úteis em seu modo de vida, objetivo que alcançamos com sucesso.

## **Relato da experiência**

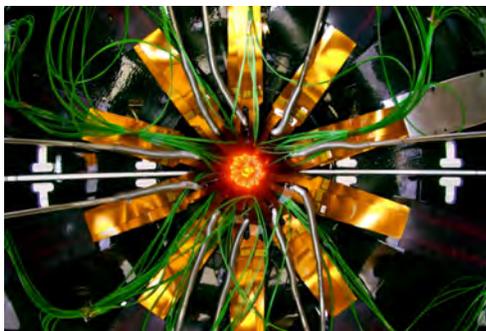
Como já foi mencionado, este relato envolve quatro grupos que optaram pelo tema de sua preferência, mas que abordaram assuntos diferentes. Após as orientações recebidas, eles partiram para o desenvolvimento dos projetos. A partir de agora serão apresentadas as formas com que as atividades foram desenvolvidas pelos grupos.

### ***No país das maravilhas***

O grupo 1 escolheu falar sobre a experiência do detector ALICE. A escolha aconteceu porque um dos integrantes do grupo associou o país das maravilhas ao universo quântico. Eles conversaram entre si, pesquisaram na internet e, com a ajuda da professora e dos materiais por ela oferecidos, falaram sobre o nome da experiência ALICE (A Large Ion Collider Experiment), sobre o significado de sua construção como detector de íons pesados dedicado a explorar o potencial de interações núcleo-núcleo no LHC, e sobre seu objetivo buscando interagir fortemente matéria em densidades de energia extremas.

Instigados pela professora, estudaram e procuraram conhecer melhor o assunto e na apresentação colocaram seus conhecimentos à tona, fazendo com que os alunos visitantes de outras escolas também se interessassem pelo assunto.

Abaixo temos a foto que mostra o centro do detector Alice extraída do *site* do CERN.



FONTE: <<http://home.web.cern.ch/about/experiments/alice>>.

ALICE criou um detector de íons pesados dedicado a explorar o potencial físico único de interação núcleo-núcleo a energias do LHC, onde o objetivo é estudar a física de interação forte da matéria em densidades de energia extremas, formando uma nova fase da matéria, o plasma quark-glúon. A existência dessa fase e suas propriedades são questões-chave para a compreensão do confinamento e da restauração da simetria quiral. Através de estudos dos hádrons, elétrons, múons e fótons produzidos na colisão de núcleos pesados, Alice também está estudando colisões próton-próton tanto como uma comparação com as colisões chumbo-chumbo e em outros experimentos do LHC. <<http://home.web.cern.ch/about/experiments/alice>>.

Para a apresentação a sala foi decorada como o País das Maravilhas e foram passados filmes no Datashow. Os alunos estavam muito empolgados em explicar o que sabiam e se esforçavam em apresentar o outro lado das ciências. Para os alunos não bastava mais apenas saber o que passa na televisão, mas queriam saber o que ninguém mais sabe e o fato de eu ter sido selecionada para ir ao CERN fez com que eles se sentissem honrados e especiais. Alguns se revelaram cientistas e outros mostraram especial interesse pela Física Nuclear e pelos detectores. Como não conheci a experiência Alice, as fotos e materiais foram extraídos da internet. Fato interessante foi que os alunos fizeram uniforme especial para a apresentação do trabalho.

As fotos retratam o dia em que foi apresentado o trabalho Alice no País das Maravilhas na Escola Estadual Zinha Meira.



Alunos da Escola Estadual Zinha Meira 11/10/2013 (acervo pessoal)

## ***Na caverna LHCb***

O grupo 2 escolheu falar sobre a experiência do detector LHCb. Durante a apresentação, fizeram relato sobre o LHC como um todo e o que representava o LHCb, ressaltando que é um experimento criado para

explorar o que aconteceu após o Big Bang, que permitiu que a matéria fosse em maior número que a antimatéria, o que possibilitou construir o Universo em que vivemos hoje.

Neste trabalho, foi feita uma exposição de fotografias, *slides* e os alunos fizeram apresentação e explicaram as fotografias. As fotografias a seguir foram tiradas durante a Escola de Física CERN 2013.



LHCb durante a Escola de Física CERN 2013 (acervo pessoal).

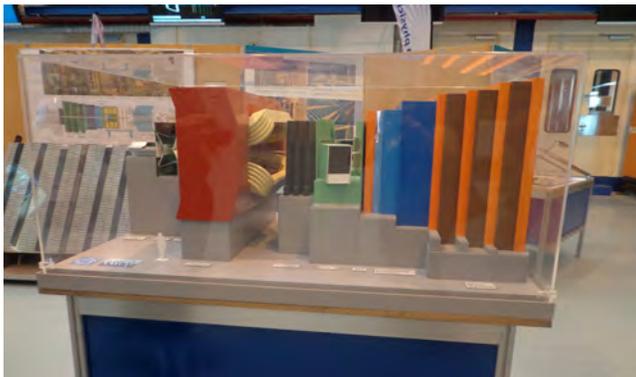


Foto da maquete LHCb, durante a Escola de Física CERN 2013 (acervo pessoal).

### ***Na caverna do CMS***

O terceiro grupo escolheu falar sobre o CMS. Também fizeram exposição de fotografias mostrando, passo a passo, como foi a montagem do detector e, em seguida, ele já montado. Característica incomum do detector CMS, de acordo com o *site* do CERN,

É que em vez de ser construído *in situ*, como os outros detectores gigantes dos experimentos do LHC, foi construído em 15 seções ao nível do solo antes de ser baixado em uma caverna subterrânea perto de Cessy na França, e remontado. O detector completo tem 21 metros de comprimento, 15 metros de largura e 15 metros de altura. O experimento CMS é uma das maiores colaborações científicas internacionais da história, envolvendo 4.300 físicos de partículas, engenheiros, técnicos, estudantes e pessoal de apoio de 179 universidades e institutos em 41 países. (<http://home.web.cern.ch/about/experiments/cms>)

Os alunos também fizeram ilustrações e maquetes e, além de ressaltar a construção do detector, falaram sobre sua importância e que, ainda segundo o *site* do CERN,

O Compact Muon Solenoid (CMS) é um detector de uso geral no Large Hadron Collider (LHC). Ele é projetado para investigar uma ampla gama de física, incluindo a busca pelo bóson de Higgs, dimensões extras e partículas que poderiam tornar-se matéria escura. Embora tenha os mesmos objetivos científicos como o experimento ATLAS, ele usa diferentes soluções técnicas e um design ímã sistema diferente. (<<http://home.web.cern.ch/about/experiments/cms>>)

Usando esses dados, os alunos fizeram seu trabalho e apresentaram palestras para toda escola e, com vídeos extraídos da internet, estimularam os demais alunos da escola e comunidade escolar, conforme fotografias abaixo tiradas na Escola Estadual Zinha Meira no dia das palestras e mostra de Vídeos sobre o detector CMS.

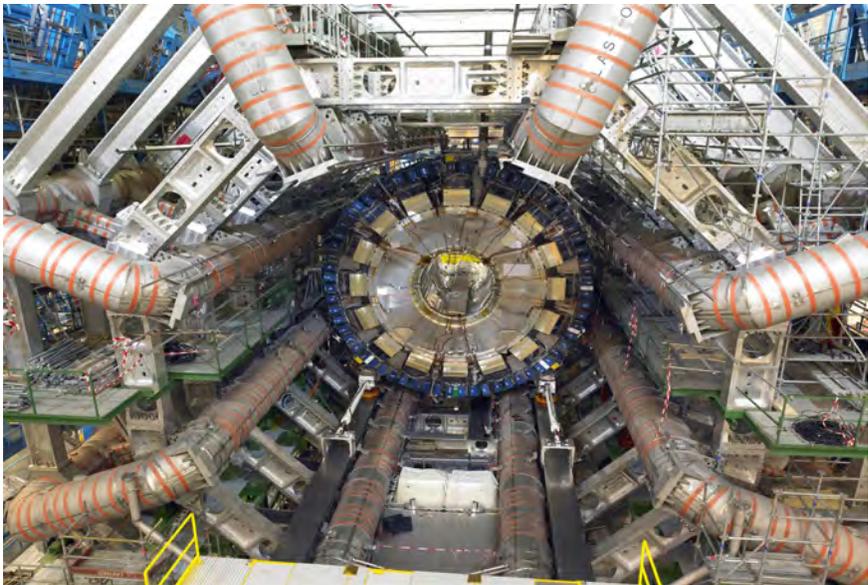


Alunos da Escola Estadual Zinha Meira 11/10/2013 (acervo pessoal).

## ***O Universo do ATLAS e o Bóson de Higgs***

O quarto grupo fez maquetes e escolheram este tema porque acreditam que o detector pode ser revolucionário, não apenas para quem é pesquisador, mas para o ensino da disciplina de Física, pelos seguintes motivos: o estudo do detector Atlas atrai e motiva os estudantes a aprender e, com isso, a produtividade e eficiência elevam; a exploração e a experimentação em laboratórios podem ser encorajadas por meio do computador; o aprendizado visual é intensificado e o universo do Atlas pode abrir um leque de oportunidades para as diversas áreas do conhecimento.

Logo abaixo temos a foto do detector Atlas extraída do *site* do CERN, conforme fonte subsequente.



FONTE: <<http://www.atlas.ch/photos/magnets-barrel.html>>.

## **Culminância**

Os resultados apresentados no processo ensino e aprendizagem de Física na Escola Estadual Zinha Meira apontam para uma reflexão em torno da validade do ensino na escola básica, já que este ensino em muitas situações não é motivador para o professor e nem para o aluno. Mesmo que os professores tenham consciência dos problemas e da realidade da disciplina Física na escola básica, a mudança no quadro depende

de outros fatores que transcendem o refletir no ensino e que abrangem a formação do professor, pois o professor não pode ficar motivado ou motivar se ele não tem formação para melhorar. Esta questão tem que ser repensada e, neste sentido, a Escola de Física CERN veio inovar e transformar essa realidade, visto que o propósito do ensino foi cumprido com o aprendizado dos alunos.

Na escola, o aprendizado se efetivou com a proposta da professora, que direcionou os alunos, e, a partir do momento em que estes buscaram aprender sobre os detectores e a Física neles envolvida, os alunos perceberam o quanto nos é importante a Física enquanto seres humanos e enquanto indivíduos que pertencem a uma sociedade. Nesse âmbito, ensinar Física é mais do que dominar conceitos ou fenômenos, é oportunizar um aprimoramento do aluno enquanto pessoa, é organizar práticas pedagógicas que discutam questões que transcendem a lógica da disciplina.

Aqui fica o desafio de ser professor de Física e promover um ensino no qual o educando seja capaz de pensar, agir, criar, de acordo com as suas necessidades, fato este que resultará em uma pessoa autêntica e capaz de superar conscientemente as injustiças sociais, transformando a sociedade em que está inserido.

## Referências

- ALICE. Disponível em: <<http://home.web.cern.ch/about/experiments/alice>>.
- ATLAS. Disponível em: <<http://home.web.cern.ch/about/experiments/atlas>>.
- BECKER, F. O. Que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, DF, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 dez. 1996.
- CAVALCANTE, M. A.; BENEDETTO, A. di. Instrumentação em física moderna para o ensino médio: uma nova técnica para a análise quantitativa de espectros. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 3 p. 437-446, set. 1999.
- JARDIM, V.; BARROS, J. A. de A. J. Inserção de física moderna no ensino médio: difração de um feixe de laser. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 154-169, ago. 1999.
- MENEZES, L. C. de. Uma física para o novo ensino médio. **Física na Escola**, São Paulo, v.1, p. 7, out. 2000.

## RELATOS DE UMA JORNADA INESQUECÍVEL

---

Andréia Cristiane Müller\*

### Introdução

**P**articipei da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa (*CERN Portuguese Language Teachers Programme 2011*), ocorrida de 04 a 09 de setembro de 2011, em Genebra, na Suíça, juntamente com um grupo de vinte professores de Física, brasileiros, selecionados pela Sociedade Brasileira de Física – SBF, além de outros professores portugueses e africanos. A participação no Programa de fato não se encerrou com o término do curso, pois ocorreram e continuam acontecendo atividades, por mim organizadas, relativas à divulgação do que vivenciei no curso, que deixo aqui evidenciadas.

O foco desse trabalho de divulgação, posterior ao curso, está voltado a uma apresentação do que é o CERN, sua localização geográfica, a participação dos professores brasileiros e de outros países de Língua Portuguesa no Programa. Apresento noções sobre a Física de Partículas, para que o público, geralmente leigo ou com pouco conhecimento a respeito do assunto, possa compreender melhor o que acontece no CERN. Procuro mostrar a importância e a necessidade da pesquisa científica e incentivar a inclusão de novos pesquisadores de diversas áreas do conhecimento na mesma.

---

\* Escola de Física CERN 2011.

Como já mencionado, os trabalhos não se encerram com as atividades aqui relatadas, mas terão continuidade enquanto for possível, para tentar levar às pessoas um pouco de conhecimento a respeito do maior centro de pesquisas nucleares do mundo: o CERN.

## **Entrevista na Rádio Unisinos FM**

Ao retornar da Escola de Física CERN 2011, logo recebi um convite para participar de um programa de rádio, que vai ao ar todos os dias, das treze às quatorze horas, na rádio Unisinos FM, em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, para falar sobre o curso Escola de Física CERN 2011, realizado durante a viagem a Genebra, na Suíça, e explicar um pouco o que é o CERN. O professor de Física Carmo Heinemann, coordenador do curso de Física da Unisinos e também coordenador do subprojeto de Física do PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, da UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, participou junto comigo dessa conversa, divulgando também os trabalhos do programa PIBID, que foram um dos critérios levados em conta para a seleção dos professores.

O programa de rádio é destinado a entrevistar pessoas, ao vivo, sobre os mais diversos assuntos e chama-se “Blá Blá Blá”. Pode-se dizer que a rádio abrange vários municípios da Região Metropolitana da Grande Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Portanto, seria de grande importância aproveitar a oportunidade de divulgar a experiência vivida no curso oferecido no CERN para uma considerável quantidade de pessoas, visto que o programa é bastante ouvido na região.

Concordei em dar a entrevista, que ocorreu no dia dezoito de setembro de 2011, uma semana depois de retornar do curso. Nesse relato, foram feitas diversas perguntas a mim e também ao coordenador Carmo, sobre como surgiu a oportunidade de inscrição e de como esta foi feita, o que é o acelerador de partículas, os participantes do curso e a importância da integração com eles, entre outras perguntas.

Primeiramente, expliquei brevemente o que é o CERN, o objetivo do curso e para que público é destinado. Comentei também sobre a alegria de ser selecionada entre vinte professores de Física brasileiros para participar da Escola de Física CERN 2011, sendo que o processo foi bem concorrido.

Pude destacar a importância da troca de experiências com os participantes dos outros países participantes que falam a língua portuguesa: Portugal, Angola, Guiné Bissau, Moçambique, Cabo Verde, Timor Leste e São Tomé e Príncipe.

O principal ponto era explicar o que é o acelerador de partículas. Falei sobre as dimensões aproximadas do acelerador, sua localização, um pouco dos experimentos, das aplicações, a tecnologia envolvida, os pesquisadores. Ressaltei a existência de todo um aparato tecnológico de grande vulto para a possibilidade de acelerar partículas, e que é necessário muito estudo e pesquisas para que as descobertas possam ser feitas, não só na área da Física, mas também nas diversas áreas, como medicina, por exemplo.

Uma das dúvidas dos entrevistadores era sobre o início das atividades do acelerador, quando se dizia que seria o “fim do mundo” e que nada disso ocorreu e que, na época, o professor Carmo havia sido entrevistado também para falar a respeito do assunto.

Falei também que a organização da atividade ficou por conta da Secretaria para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física e que o financiamento dos professores foi suportado pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## **Breve relato para alunos e professores bolsistas do PIBID/Unisinos**

Após o retorno, no dia 24 de setembro de 2011, na primeira reunião do PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência da Unisinos, que contava com a participação dos cursos de Física, Matemática, Biologia, Língua Portuguesa e Pedagogia, fiz um pequeno relato da minha participação na Escola de Física CERN para Professores de Física de vários países que falam a língua portuguesa.

Naquela reunião, além da presença dos coordenadores dos cinco subprojetos (Física, Matemática, Biologia, Língua Portuguesa e Pedagogia), de quatro professores supervisores, das escolas participantes do programa, de cada subprojeto e de praticamente todos os bolsistas, que eram vinte para cada subprojeto (cinco em cada escola envolvida), havia também outros professores e diretores das escolas envolvidas e também a equipe organizadora. Algo em torno de cento e cinquenta pessoas.



Relato de visita ao CERN (acervo pessoal).



Relato durante reunião do PIBID (acervo pessoal).

Aproveitei a oportunidade, recebida da coordenadora institucional do PIBID/Unisinos, professora Elí Fabris, para explicar que foi, principalmente, graças ao programa PIBID que eu consegui realizar dois grandes sonhos: o de conhecer o CERN, o maior centro de pesquisas nucleares do mundo, fazendo um curso na área de Física das Partículas, e o de conhecer um pouco da Suíça.



Relato de viagem ao CERN (acervo pessoal).

Contei a respeito da grande quantidade de informações recebidas nas palestras, nas atividades práticas, das visitas a alguns dos experimentos que funcionam junto ao acelerador de partículas do CERN e da fantástica experiência trocada com professores de Física de vários estados brasileiros e de países da África, Ásia e Europa que falam a língua portuguesa.

## **Palestra para alunos do curso de Física e professores supervisores de Física do PIBID na Unisinos**

No dia 5 de novembro de 2011 ocorreu uma reunião do PIBID/Unisinos com os bolsistas e professores supervisores do subprojeto de

Física e na ocasião fiz uma palestra sobre a minha participação na Escola de Física CERN 2011. A reunião foi realizada nas dependências da universidade, no prédio da Física, para cerca de trinta pessoas.

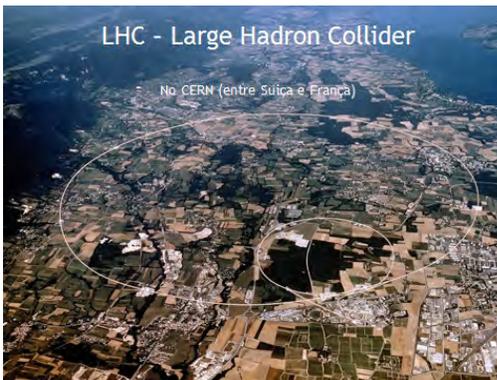


Organizando-me para o início da palestra (acervo pessoal).



Explicando as funções do experimento Alice do CERN (acervo pessoal).

Apresentei *slides* no formato *Power Point*, os quais usei como base para a minha fala. Expliquei o significado do CERN e a localização do LHC – Large Hadron Collider – no CERN, o período em que ocorreu a Escola de Física CERN 2011, que foi de 04 a 09 de setembro de 2011.



Visão aérea do CERN, onde está instalado o LHC.  
Fonte: CERN

Mostrei nos *slides* fotos dos participantes brasileiros, de situações vivenciadas nas palestras, fotos dos locais visitados e suas belas paisagens e de ilustrações esquematizadas da Física das Partículas, dos principais experimentos e das aplicações que resultam do estudo lá realizado e curiosidades. Inseri vídeos que mostram o caminho que uma partícula, o próton, percorre no interior do acelerador com o momento da colisão e os dados recolhidos por detectores. Acrescentei ainda os países participantes do centro de pesquisas e os gastos envolvidos.



Professores de Física brasileiros com o coordenador.

FONTE: *Slide* da palestra e/ou oficina “Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN” (acervo pessoal).



Preparação para palestra de abertura da Escola de Física CERN.

FONTE: *Slide* da palestra e/ou oficina “Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN” (acervo pessoal).



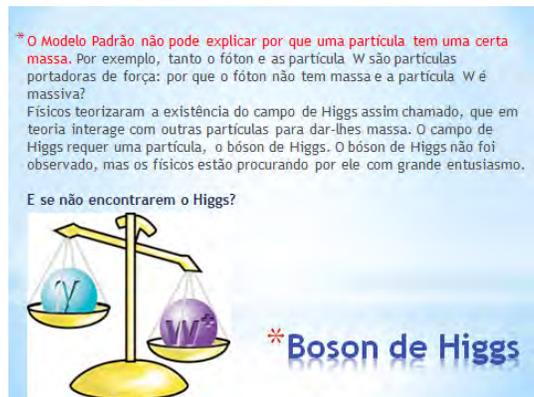
Vista do experimento LHC e ao fundo o Monte Branco (acervo pessoal).

Na apresentação, ressaltai os objetivos (a missão) do CERN: a inovação, a educação e a pesquisa. Muitas vezes, na busca de um resultado acontecem os inventos e inovações em outras áreas e são consequência de muita pesquisa e estudo. As atividades educacionais, muito visadas pelo CERN, correm com vários programas para cientistas, pesquisadores, professores e estudantes locais e internacionais.



Dr. John Ellis explicando as missões do CERN (acervo pessoal).

Coloquei ainda noções sobre a teoria da Física das partículas: o Modelo Padrão, a Supersimetria, a Antimatéria e a Assimetria matéria-antimatéria, sem esquecer-me de falar sobre a busca incessante pelo Bóson de Higgs e dos estudos para comprovar a sua existência (Figura 1).



**Figura 1:** Slide sobre o Bóson de Higgs.

FONTE: Slide da palestra e/ou oficina “Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN” (acervo pessoal).

Descrevi os principais experimentos, sempre colocando fotos, esquemas ilustrativos e dados sobre a tecnologia utilizada. Falei e mostrei algumas das aplicações, principalmente na medicina.



Aplicações na medicina.  
FONTE: Slide da palestra  
“Aplicações da Física das  
Partículas – CERN 2011”, de  
Luis Peralta (acervo pessoal).

## Oficina em encontro do PIBID

A oficina “Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN” foi ministrada por mim no Centro Universitário Univates, na cidade de Lageado, no Rio Grande do Sul, durante o II Seminário Institucional do PIBID Univates. O Seminário aconteceu nos dias 14 e 15 de junho de 2012.



Oficina “Física das Partículas e LHC –  
Relato de Visita ao CERN” (acervo pessoal).



Explicando os pedidos do CERN  
(acervo pessoal).

Havia em torno de vinte inscritos na oficina, um número pequeno, mas considerando que entre eles havia bolsistas PIBID de outras universidades do Rio Grande do Sul, inclusive de outros Estados e também uma estudante colombiana que realizava intercâmbio no Centro Universitário UNIVATES, pode-se dizer que foi bastante oportuno para a minha divulgação.

A apresentação desse trabalho teve como objetivo divulgar a Física Contemporânea, objeto de estudo durante a Escola de Professores

no CERN em Língua Portuguesa (*CERN Portuguese Language Teachers Programme 2011*), ocorrida de 04 a 09 de setembro de 2011, em Genebra, na Suíça, curso do qual participei junto com um grupo de vinte professores de Física, brasileiros, selecionados pela Sociedade Brasileira de Física – SBF. A viagem de estudos foi totalmente custeada pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, e a participação no programa PIBID – Programa Institucional de Iniciação à Docência – foi um dos critérios de seleção dos professores.

Relatei que o Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, CERN – The European Organization for Nuclear Research, abriga o grande acelerador de partículas LHC – Large Hadron Collider, onde são realizadas inúmeras pesquisas científicas, teóricas e experimentais, que abrangem várias áreas além da Física.

Mostrar a importância e a necessidade da pesquisa e incentivar a inclusão de novos pesquisadores de diversas áreas do conhecimento na mesma são metas do CERN. Com esse intuito foi desenvolvida a oficina.

Foram apresentados slides em formato *Power Point* explicando: o Modelo Padrão das partículas atômicas, noções de antimatéria, simetria, países envolvidos com as pesquisas, aplicações, um pouco da estrutura e do funcionamento do LHC, os principais detectores de partículas do CERN, além de vídeos e imagens sobre o assunto.



Explicando o Modelo Padrão (acervo pessoal).

Utilizei o mesmo recurso preparado na palestra para professores supervisores e bolsistas do PIBID, no entanto, foram necessários alguns ajustes. Incluí as últimas notícias, pois há pouco tempo o CERN havia divulgado a hipótese de que o neutrino teria atingido uma velocidade ligeiramente maior do que a velocidade da luz em um dos seus ex-

perimentos, o OPERA, localizado no laboratório de *Gran Sasso* na Itália. Era lógico que algum participante faria perguntas a respeito, então me antecipei. E naquela mesma semana, o próprio CERN acabou tornando público que os resultados anteriormente obtidos (em setembro daquele ano) pelo experimento OPERA eram resultado de um erro no sistema de medição de seu sistema de fibra óptica (Figura 2).



**Figura 2:** Notícias sobre experimento com neutrinos.

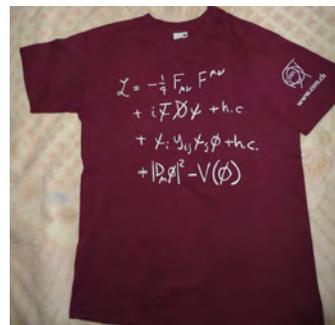
FONTE: Slide da palestra e/ou oficina “Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN” (acervo pessoal).

Além dos *slides* em *Power Point*, usei também alguns materiais recebidos no curso, como revistas, entre elas o “Guia do CERN” e cartazes, que foram sendo mostrados durante a explanação.

Aproveitei a oportunidade para citar algumas curiosidades, como, por exemplo, o significado da fórmula impressa em camisetas que são usadas e comercializadas no CERN, já que eu tinha uma. Essa fórmula é uma expressão matemática capaz de descrever o Modelo Padrão da Física das partículas



Cartazes e camiseta expostos (acervo pessoal).



Camiseta com a fórmula do Modelo Padrão da Física das partículas (acervo pessoal).

Foi assim que direcionei minha oficina. E preciso citar uma particularidade que aconteceu: um grupo de alunos que a assistiu, vindo do Estado do Rio de Janeiro, bolsistas do PIBID de Física, já haviam assistido a um trabalho apresentado por um dos colegas que fez o curso junto comigo, também sobre o CERN. O interessante é que, de tanta informação que recebemos durante o curso no CERN, as apresentações foram completamente diferentes, abordando cada qual aspectos diferentes do curso, das aprendizagens e experiências lá vividas por cada professor. Os bolsistas chegaram a comentar isso no final da apresentação. Isso mostra que cada pessoa tem uma visão diferente sobre o que vê e uma maneira diferente de assimilar e expressar o que aprendeu, contribuindo ainda mais para uma divulgação mais eficaz.

## Referências

CERN European Organization for Nuclear Research. Disponível em: <<http://public.web.cern.ch/public/>>. Acesso em: 26 maio 2013.

ESCOLA DE FÍSICA CERN. In: SBF Sociedade Brasileira de Física. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=306&Itemid=276](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=306&Itemid=276)>. Acesso em: 26 maio 2013.

HEINEMANN, Carmo; MÜLLER, Andréia Cristiane. Acelerador de Partículas: comitiva para Genebra: depoimento maio 2013. Rádio Unisinos FM, São Leopoldo, RS. Entrevista concedida ao Programa “Blá Blá Blá”. In: **Blog de Física**. Disponível em: <[http://www.unisinos.br/blogs/fisica/files/2013/05/acelerador\\_de\\_particulas.mp3](http://www.unisinos.br/blogs/fisica/files/2013/05/acelerador_de_particulas.mp3)>. Acesso em: 28 maio 2013

MÜLLER, Andréia Cristiane. Física das Partículas e LHC – Relato de Visita ao CERN. In: SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DO PIBID UNIVATES, 2., 2012, Lageado, RS. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: Evangraf, 2012. Disponível em: <[http://www.univates.br/media/editora/ebooks/II\\_PIBID\\_2012.pdf](http://www.univates.br/media/editora/ebooks/II_PIBID_2012.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2013.

NEUTRINOS não são mais rápidos que a luz, confirma Cern. In: **circuitomatogrosso**. Disponível em: <<http://www.circuitomt.com.br/editorias/mundo-tecnologico/16010-neutrinos-nao-sao-mais-rapidos-que-a-luz-confirma-cern.html>>. Acesso em: 26 maio 2013.

SEMINÁRIO INSTITUCIONAL PIBID – UNIVATES, 2. **PIBID - Blog de Física**. São Leopoldo, RS, 20 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/blogs/fisica/category/pibid-2/>>. Acesso em: 26 maio 2013.

STORR, Mick; ABREU, Pedro. In: **CERN Portuguese Language Teachers Programme 2011/ Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa**. CERN: Genebra, Suíça, 2011. Disponível em: <<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=149267>>. Acesso em: 26 maio 2013.



## DIVULGANDO A FÍSICA DE PARTÍCULAS PARA ESTUDANTES, PROFESSORES E INTERESSADOS PELO ASSUNTO

---

Maria Clara Igrejas Amon Santarelli\*

**A**nossa viagem a Genebra foi uma oportunidade única para conhecer o Centro Europeu para Física de Partículas, CERN, onde hoje são realizados experimentos que exploram as propriedades fundamentais da matéria e suas interações. A sofisticada tecnologia de ponta desenvolvida pelo laboratório permite recriar as condições que físicos acreditam serem similares às que existiram nos primeiros segundos do Universo pós Big-Bang. Como física e, sobretudo, educadora, não tenho palavras para agradecer esta grande oportunidade que me foi dada para conhecer de perto o CERN! É o sonho de todo físico estar lá!

Na volta ao Brasil, não como uma professora somente, mas também como divulgadora de Física de Partículas, tenho realizado ações variadas que agora compartilho com todos vocês!

### ***Blog “A Beleza da Física”***

Em 21 de julho de 2011 nascia o *blog* “A Beleza da Física” (<[www.belezadafisica.blogspot.com](http://www.belezadafisica.blogspot.com)>). Ele foi criado para ser parte do meu plano de divulgação após o tão esperado Curso de Física CERN. Não pensava que iria dar tão certo e que ele teria tantos leitores.

---

\* Escola de Física CERN 2011.



Imagem do *Blog* "A Beleza da Física". Autora: Maria Clara Santarelli.

Pois bem, o plano inicial era fazer um diário de bordo da minha viagem, para que meus alunos ficassem a par de tudo que acontecia lá em Genebra. Então resolvi começar a introduzir alguns assuntos referentes ao curso um pouco antes da viagem que iria fazer. Falei um pouco sobre o que era o CERN, o que era o LHC e o que eram partículas elementares para que os estudantes ficassem curiosos em saber mais sobre a Física de Partículas. E parece que deu certo! Para a minha surpresa, os meus alunos estavam muito interessados por saber mais sobre Física de Partículas quando eu voltei de viagem.

Gomes (2005) adota uma distinção para os *blogs* para uma melhor sistematização, podendo eles servirem como um recurso pedagógico ou como uma estratégia pedagógica. Ela diz que:

Enquanto um recurso pedagógico os *blogs* podem ser:

- Um espaço de acesso à informação especializada.
- Um espaço de disponibilização de informação por parte do professor.

Já enquanto estratégia pedagógica os *blogs* podem assumir a forma de:

- Um portfólio digital.
- Um espaço de intercâmbio e colaboração.
- Um espaço de debate – *role playing*.
- Um espaço de integração.

Segundo a mesma autora:

É minha convicção que não estamos perante uma “moda” passageira, mas sim perante um novo recurso que pode suportar diversas estratégias de ensino e de aprendizagem. A facilidade de criação e manutenção de um *blog* e a existência de serviços gratuitos e de qualidade, bem como a crescente divulgação de perspectivas e experiências práticas da sua utilização ao nível de escolas dos diversos os níveis de ensino são um bom prenúncio neste sentido (GOMES, 2005, p. 315).

Utilizei o *blog* como parte de minhas aulas com os segundos e terceiros anos do Ensino Médio nos quais dava aula em 2011 e também com meus alunos da turma de Astronomia (aulas no contraturno para alunos interessados), dando como tarefa de casa para eles lerem algumas postagens e mandarem suas dúvidas, comentários via *blog*, etc. Ora ele funcionava como recurso pedagógico, ora como estratégia pedagógica. E funcionou muito bem, pois os estudantes de hoje em dia têm muita facilidade em utilizar a internet. Muitos comentaram comigo que gostaram muito desta inovação nas aulas.

Durante o período do curso, contei no *blog* detalhes tanto da viagem como do que aprendi lá, postando fotos dos lugares pelos quais passei. Quando voltei ainda tinha muitas coisas para contar e continuei alimentando o *blog* com assuntos referentes à Física de Partículas e outros assuntos interessantes da Física. Tenho feito isso até o presente momento.

Por conta do *Blog* dei uma entrevista, juntamente com o prof. Carlos Eduardo Mendes, que saiu na página da SBF e tinha o título: “Professores blogueiros descrevem viagem ao CERN”. Também fui procurada pela pesquisadora Cristina Silveira, da UERJ - Rio de Janeiro, e participei da sua pesquisa de mestrado intitulada: “*Blogs* de Educadores: uma análise das perspectivas de formação”.

O *blog* veio evoluindo e moldando-se às necessidades dos meus estudantes. Logo de início, percebi que estava dando uma enxurrada de informações para os alunos, pois estava muito empolgada com a viagem e com tudo que havia aprendido no curso. Porém, os alunos não estavam acompanhando e percebi que muitas vezes eles não aproveitavam tudo que podiam aproveitar das notícias que eu postava. Passei então a ir um pouco mais devagar, tomando cuidado com a linguagem, com os conceitos novos que eles não tinham a obrigação de saber e fazendo postagens mais curtas e com mais frequência, tentando escrever de uma forma bem

didática para que os alunos se interessassem mais sobre o assunto e para que não ficasse algo maçante.

Com isso, consegui conquistar mais alunos e um público de fora da escola, pessoas que também se interessam pela Física e Ciência em geral. Hoje ultrapassei os 30.000 acessos e estou muito feliz com o resultado!

Em fevereiro de 2013, criei uma página no Facebook com o mesmo nome do *Blog* para aumentar a divulgação do mesmo. Eu já fazia a divulgação pelo meu Facebook pessoal, mas uma ex-aluna minha (Sarita Sgobi) me alertou que somente meus amigos veriam as minhas notícias e, se eu criasse uma página, poderia ser mais amplamente divulgado. Foi uma ótima ideia e agora consegui aumentar ainda mais os meus leitores.

## **Oficina para professores no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**

Em 2012, tirei um ano de afastamento da escola por conta do meu mestrado, que é na área de formação continuada de professores de Física. Então neste ano me concentrei neste tema.

Foi montada uma oficina para professores de Física, juntamente com o Prof. Dr. Helio Takai, da Universidade Stony Brook e Brookhaven National Laboratory nos EUA, pesquisador na área de partículas e colaborador do detector ATLAS do LHC.

Trabalhei em uma sequência de sete postagens no *blog* sobre o Modelo Padrão no ano de 2012 e, a partir delas e de outras anteriores, montamos uma apostila sobre Física de Partículas. Na apostila também incluímos a explicação de jogos de dados e de cartas criados pelo prof. Helio com o tema de Partículas Elementares e Modelo Padrão.

Além disso, a estudante de graduação em Física Fernanda Gomes e eu, com a orientação do Prof. Helio, fizemos a adaptação da câmara de nuvens com materiais de baixo custo, para que os professores pudessem levar este experimento em sala de aula. A seguir, uma imagem da montagem da câmara de nuvens adaptada (que é um detector de partículas).

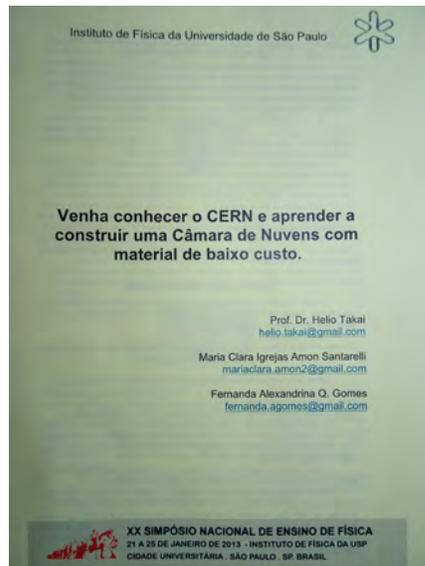


Câmara de Nuvens com material de baixo custo (acervo pessoal).

A oficina tinha como objetivo, além de dar um suporte para os professores na introdução de Física de Partículas para o Ensino Médio e de construir uma câmara de nuvens com materiais de baixo custo, também divulgar a Escola de Física CERN, tirar as dúvidas dos professores com relação ao curso no CERN e incentivá-los a se inscrever e tentar uma vaga.

Participaram 18 professores de Física de diversas regiões do país na oficina no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física no Instituto de Física na USP de São Paulo. A seguir, algumas fotos da oficina durante os três dias (22, 23 e 24 de janeiro de 2013).

Montamos um roteiro passo a passo na apostila e informamos onde os professores poderiam encontrar o material para confeccionar sua própria câmara de nuvens. Quem estiver interessado, é só entrar em contato que disponibilizo a apostila. O título da oficina foi “Venha conhecer o CERN e aprender a construir uma Câmara de Nuvens com material de baixo custo”.



Apostila da Oficina ministrada no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (acervo pessoal).



Fotos da Oficina “Venha conhecer o CERN e aprender a construir uma Câmara de Nuvens com material de baixo custo” ministrada no XX SNEF. De cima para baixo, da esquerda para a direita: Conversa com os professores participantes sobre a Escola de Física CERN; Professores visualizando a câmara de nuvens grande; Utilização da montagem da câmara de nuvens de baixo custo; Grupo de participantes da oficina reunido. Autores: Helio Takai e Maria Clara Santarelli.

A parceria com o prof. Helio Takai foi ótima e o resultado da oficina foi bastante satisfatório. Estamos planejando dar um curso de uma semana para professores de Física em janeiro de 2015 no Encontro USP – Escola, realizado nas férias dos professores no Instituto de Física da USP de São Paulo.

## **Participação no MasterClass 2013**

Em 15 de março de 2013 fui convidada a participar do Master-Class realizado no Instituto de Física Teórica da UNESP em São Paulo. Atendemos por volta de 150 alunos de escolas públicas e privadas de Ensino Médio, fazendo uma demonstração do funcionamento da câmara de nuvens. Foi utilizada uma câmara de nuvens maior, que também foi mostrada na oficina do SNEF, feita pelo estudante de doutorado Caio Laganá e pelo Prof. Helio Takai, pois ela funciona por mais tempo e é possível que mais pessoas observem ao mesmo tempo. Levei também a câmara de nuvens menor, com material mais simples, e expliquei como construir comparando com a câmara maior.

Os estudantes se mostraram muito interessados e muitos deles disseram que iriam tentar montar em suas escolas para apresentar em feiras de Ciências. Alguns alunos já tinham tentado montar e não haviam conseguido um bom resultado, então dei algumas dicas com relação à montagem, vedação, materiais, etc. Foi bastante gratificante este contato com os estudantes.

Em 2013, além de utilizar o *blog* e atividades sobre Física de Partículas, tentarei montar uma câmara de nuvens de baixo custo com meus alunos como feita na oficina para professores. Pretendo também escrever um artigo sobre esta realização do experimento em sala de aula.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Diogo Soga, Luis Augusto Alves, Jonny Nelson Teixeira, Gabriel Steinicke, Caio Laganá, Prof. Dr. Mikiya Muramatsu e Prof. Dr. Helio Takai pela ajuda nos testes da câmara de nuvens com material de baixo custo. Os primeiros testes não foram satisfatórios e eles sempre nos incentivaram a continuar tentando, até que conseguimos um belíssimo resultado!

## Referências

A BELEZA DA FÍSICA. Blog [Internet]: SANTARELLI, M. C. I. A., 2011. Disponível em: <[www.belezadafisica.blogspot.com](http://www.belezadafisica.blogspot.com)>. Acesso em: 30 maio 2013.

GOMES, M. J. Blogs: um recurso e uma estratégia pedagógica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 7., 2005. **Anais...** Leiria, Portugal, 2005. p. 311-315. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4499/1/Blogs-final.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2013.

LAGANÁ, C. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 3302, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/333302.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2013.

PROFESSORES blogueiros descrevem viagem ao CERN. Entrevista no *site* da Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2011. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=343:professores-blogueiros-descrevem-viagem-ao-cern&catid=97&Itemid=270](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=343:professores-blogueiros-descrevem-viagem-ao-cern&catid=97&Itemid=270)>. Acesso em: 30 maio 2013.

SANTARELLI, M. C. I. A.; TAKAI, H.; GOMES, F. A. Q. Venha conhecer o CERN e aprender a construir uma câmara de nuvens com material de baixo custo. Oficina ministrada no XX Simpósio de Ensino de Física – SNEF- São Paulo, jan. 2013. (Carga horária: 6 horas).

# LHC-CP2: UM HIPERESPAÇO DE ESTUDOS SOBRE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO TRANSPASSANDO OS MUROS DA ESCOLA

---

Márcio Nasser Medina\*

## Prólogo

**A**pós a minha participação na Escola CERN de 2010 e ter voltado como embaixador do CERN, continuei minhas atividades no Colégio Pedro II, mas não da mesma forma que antes. Eu havia mudado, meus conhecimentos mudaram, meus alunos que acompanharam pelas redes sociais minha experiência em Genebra também mudaram, eles não ficavam mais satisfeitos com superficialidades.

Nosso grupo foi formado em 2009, logo após eu ter exibido em sala o documentário da Profa. Maria Cristina Abdalla, “O discreto charme das Partículas Elementares”, produzido pela UNESP e pela TV Cultura. Após a exibição, os alunos me “perturbaram” com as notícias de que o LHC iria destruir o mundo e formar um grande buraco negro. O filme acabou perturbando o calendário daquelas turmas (três turmas da primeira série do Ensino Médio), como também acabou perturbando os outros professores do nosso Campus. Todo mundo queria saber sobre o que era o vídeo, o que era o LHC e o que era o bóson de Higgs.

Durante a Semana da Cultura, um evento anual onde os alunos exibem trabalhos sobre suas pesquisas escolares ou dos PROVOCs (Pro-

---

\* Escola de Física CERN 2010.

grama de Vocação Científica da FioCruz, IMPA, CBPF, CENPES, etc.) para os corpos discente e docente e para a sociedade, um grupo de 10 alunos apresentou um trabalho sobre o LHC e a busca do bóson de Higgs. Um tema muito provocante, ainda mais se apresentado por alunos do 1º. ano do Ensino Médio. Mas foi um sucesso. Atualmente o Colégio Pedro II – Campus Niterói é o maior promotor de alunos nos programas de vocação científica do Estado do Rio de Janeiro. No CBPF, são aceitos por ano, em média, desde 2009, cinco alunos para realizarem suas pesquisas naquela instituição.



Alunos da primeira série do Ensino Médio apresentando sua pesquisa sobre o LHC, 2009 (acervo pessoal).

No ano seguinte, 2010, nós fundamos o grupo LHC-CP2, um espaço extraclasse para troca de informações, discussões, exposições de documentários, debates, seminários, palestras, etc., um lugar livre para aqueles que se interessam sobre ciência.

Para melhorar a minha atuação nesse grupo, além de um mero espectador dos meus talentosos alunos, eu precisava melhorar ainda mais meus conhecimentos sobre a Física de Partículas. Foi por isso que eu me candidatei à Escola CERN e acabei sendo um dos escolhidos.

## **Após o retorno: muita informação para dar e tão pouco tempo para ler!**

Ao longo da viagem, procurei manter o grupo de alunos, que já eram 21, informado por meio das redes sociais (Orkut, Facebook, Twitter) com fotos e textos que documentaram aquela viagem. Eles enviavam perguntas com dúvidas e curiosidades em tempo real, que eu buscava responder na medida do possível (afinal nossos dias lá foram extremamente intensos).

Durante aqueles dias no CERN, a carga de informação foi enorme, a gente anotava o que dava, “colava” depois uns dos outros para ver se tínhamos anotado tudo, era como voltar aos bancos escolares. Era um material muito novo, com uma Física que não havia sido abordada pelo meu curso de Licenciatura. Eu sabia alguma coisa porque eu sou muito curioso, somente por isso! E agora? Com tantas informações para digerir? Com tantas ideias na cabeça, o que fazer? Por onde começar?

## Primeiro dia de aula após o CERN

Comecei minhas atividades naquela semana convidando o corpo docente, os discentes e a direção para minha palestra sobre meu período no CERN. Uma maneira acadêmica de justificar minha ausência naquele período e de atrair a atenção de todos para a Física de Partículas. Repeti a mesma palestra que o Dr. John Ellis havia nos dado no primeiro dia do nosso curso, uma palestra que começava com as três perguntas de Paul Gauguin: De onde viemos? Quem somos? – e – Para onde vamos? – Foi um sucesso, tínhamos mais de 120 pessoas se amontoando no auditório e alguns mais ouvindo do lado de fora. Eram muitas dúvidas, curiosidades e críticas que o tempo se tornou curto demais para dar a atenção a todos. Atendendo a pedidos, fizemos uma segunda edição.



Dr. John Ellis apresentando a palestra de boas-vindas e explicando o que representava o CERN (acervo pessoal).

Devido à repercussão da palestra, fui convidado a apresentá-la também nos Colégios: Colégio Qi, unidades: Botafogo, Copacabana, Leblon, Méier, Recreio, São Conrado e Tijuca, no Colégio Franco-Brasileiro, no Colégio Prosper e no Colégio Abel - La Salle e no Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST.



Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) (acervo pessoal).

Com meus alunos, já em nosso espaço de encontros, aconteceu um pouco diferente. Eles trouxeram questões mais pontuais, buscavam explicações mais técnicas, afinal, eles já vinham estudando há tempos sobre o assunto pelas fontes que eu havia apresentado e muitas

dúvidas já lhes ocorriam. Foi então que, para dar continuidade aos nossos estudos, eu estruturei cada um dos seguintes passos:

1º passo: A origem, detecção dos raios cósmicos

Começamos falando sobre a experiência de Victor Hess, sobre o chuveiro de partículas, César Lattes e Pierre Auger. Terminamos esse passo com a exibição do documentário “Cientistas Brasileiros: César Lattes e José Leite Lopes”, de José Mariani, 2003.

2º passo: A construção do Modelo Atômico

Começamos com a teoria atomista de Demócrito e Leucipo, avançando para a teoria dos quatro elementos; Dalton, J. J. Thomson e a descoberta do elétron; Max Planck e a proposta do Fóton; Einstein: o efeito fotoelétrico e a relatividade restrita; Ernest Rutherford e a descoberta do próton; Bohr e o modelo do átomo de Hidrogênio, e James Chadwick e a descoberta dos nêutrons.

3º passo: A construção do Modelo Padrão

Uma vez reconstruído o modelo atômico, passamos a estudar as descobertas que envolveram a montagem do modelo padrão, apesar do elétron e do fóton já serem conhecidos. Avançamos nossos estudos com Wolfgang Pauli e o neutrino do elétron; Paul Dirac e a previsão do pósitron; Carl Anderson e a detecção do pósitron; Hideki Yukawa e a descoberta do múon; Cecil F. Powell, Giuseppe Occhialini e Cesar Lattes e a descoberta do méson  $\pi$  (ou Pion); Murray Gell-Mann e os quarks, e, finalmente Peter Higgs e o seu mecanismo. Essa talvez seja a parte mais difícil do curso. Nessa etapa, tentamos montar, seguindo as instruções do CERN, uma câmara de Wilson, utilizando gelo seco e álcool isopropílico, mas o gabinete, que deveria ser um aquário plástico transparente, não foi encontrado aqui no Rio de Janeiro.

4º passo: Os aceleradores e os detectores

Seguindo os materiais obtidos no CERN, com vídeos tutoriais, começamos a explicar, juntamente com as fotos tiradas nos locais de lá,

como os prótons eram gerados e acelerados até atingir o LHC e se colidirem num dos experimentos: ATLAS, CMS, ALICE ou LHCb. Explicamos cada um dos aceleradores (Linac 1 e 2, PS, SPS e LHC) e demos detalhes dos detectores ATLAS e CMS, com seus diferentes calorímetros.

Para ilustrar a aceleração e a colisão das partículas, foi apresentado um vídeo, que pode ser baixado no endereço <[http://www.atlas.ch/multimedia/download\\_anim\\_dijet.html](http://www.atlas.ch/multimedia/download_anim_dijet.html)>.

Também foi apresentado outro vídeo que explicava o funcionamento dos detectores do ATLAS: <<http://www.atlas.ch/multimedia/episode-2-portuguese.html>>.

Todas as atividades foram feitas em grupo, sendo que mediei as apresentações. Todas as atividades foram apresentadas em forma de seminário para os demais alunos do grupo e convidados.

Nesse mesmo ano pude ter, periodicamente, encontros no Departamento de Física da UERJ, com a Prof. Dra. Márcia Begalli sobre o programa Masterclass – CERN por um dia. Uma proposta “mão na massa” promovida pelo CERN e viabilizada no Rio de Janeiro pela Universidade



2<sup>a</sup>. Participação do evento MasterClass – CERN por um dia, 2012 (acervo pessoal).

do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) para estimular alunos do Ensino Médio e universitários a trabalhar como se fossem físicos de partículas, avaliando resultados sobre eventos reais e detectando partículas criadas após uma colisão de prótons. Uma atividade lúdica e educativa e promovida além dos muros da escola. Isso tudo sem contar com a possibilidade de ter o prazer de conversar e tirar minhas dúvidas com os professores Dr. Vitor Oguri, Dr. Francisco Caruso e Dr. Alberto Santoro. (saiba mais em <<http://physicsmasterclasses.org>>).

Em julho de 2011, conseguimos convidar ao nosso colégio o professor Nelson Velho de Castro Faria, Professor Emérito do Instituto de Física da UFRJ, para apresentar a palestra sobre o acelerador de partículas do Instituto de Física da UFRJ.



Prof. Dr. Nelson Velho palestrando sobre aceleradores de Partículas no CPII, Campus Niterói (acervo pessoal).

## Minhas aulas depois de tudo isso...

De fato, houve muita mudança na minha prática escolar após a Escola CERN. Inicialmente o meu olhar sobre a Física mudou. Não que eu esteja renegando toda a Física Clássica e apenas querendo ensinar Física Moderna e Contemporânea, mas percebi que deixar meus alunos alheios às informações tão atualizadas sobre ciência e, em particular, a Física, seria um desserviço da minha parte. Afinal de contas há um seriado americano, visto pela maioria dos jovens aqui no Brasil, chamado **The Big Bang: the theory**, que aborda a vida cotidiana de quatro jovens cientistas (dois são físicos, um astrofísico e um engenheiro) que discutem Física Moderna e de altas energias o tempo todo, e que tem um grande impacto em muitos adolescentes, estimulando-os a se interessarem por esses assuntos. O professor de Física não pode estar alheio a essa informação, uma vez que, para entenderem muitas das piadas, os alunos necessitam de algum embasamento teórico e irão perguntar diretamente aos seus professores de Física.

Durante muito tempo, eu tive que parar minhas aulas para desmistificar a bomba atômica, o que usualmente ocorria nas turmas da segunda série do Ensino Médio, logo após a II Guerra Mundial ser estudada na disciplina de História Geral, dado o preconceito gerado por vários meios de comunicação sobre a equação  $E = m.c^2$ . Agora, após meu retorno, ao começar a falar de energia (todas as formas) eu já introduzo o assunto explicando o funcionamento do Sol durante a nucleogênese, a irradiação, o calor, bombas nucleares, digestão, o CERN, desta forma podendo trazer várias discussões para a sala, muito além do que é apenas a energia mecânica.

Outra forma interessante de discutir Física de Partículas foi encontrar na monografia da aluna Roberta Pereira Telles – **Como inserir a Física de Partículas no Ensino Médio** –, na qual fiz parte da banca examinadora, que sugere essa abordagem para discutir-se a descoberta do neutrino por Pauli durante a apresentação do Princípio da Conservação do Momento Linear. Uma maneira inovadora e de fácil compreensão por parte dos discentes.

## **Um novo currículo de Física para o Rio de Janeiro**

Ao final de 2011, fui convidado, juntamente com o professor João Ricardo Quental (Colégio Pedro II – Campus Engenho Novo, Escola CERN 2009), como professor articulador do novo Currículo de Física do Estado do Rio de Janeiro. Nessa oportunidade, discutimos veementemente o que seria mais importante a ser ensinado em Física no Ensino Médio. Fizemos duas perguntas para nortear nosso trabalho: Para quem ensinar Física? e Por que ensinar Física? No grupo de professores articuladores selecionados entre os professores da rede Estadual de Ensino estava a professora Adriana Oliveira, que esteve comigo no CERN em 2010. Éramos três em um grupo de sete professores e uma oportunidade única de fazer um novo currículo para a Física de nosso Estado. E sem precisar nos esforçar muito para convencer nossos pares, conseguimos promover um novo currículo de Física para o Ensino Médio que aborda Astronomia e Astrofísica, Relatividade Restrita e Geral, Forças Elementares e o Modelo Padrão, apresentando, inclusive, o olho humano como um detector de fótons. Ficamos orgulhosos de poder participar da elaboração de um currículo que traz para a sala de aula, de maneira articulada, a Física atual. Acesse <[http://www.conexao professor.rj.gov.br/downloads/cm/cm\\_10\\_5\\_\\_0.zip](http://www.conexao professor.rj.gov.br/downloads/cm/cm_10_5__0.zip)> para conhecê-lo.

## Referências

ABDALLA, Maria Cristina B. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

CBPF. Neutrinos, as misteriosas partículas fantasmas. Disponível em: <<http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/FolderNeutrinos.pdf>>.

\_\_\_\_\_. Ano miraculoso de Einstein. Disponível em: <[http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder\\_Einstein.pdf](http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder_Einstein.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Partículas elementares, a (des)construção da matéria pelo homem. Disponível em: <[http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder\\_Partículas\\_elementares.pdf](http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder_Partículas_elementares.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Raios cósmicos, energias extremas no universo. Disponível em: <[http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder\\_Partículas\\_elementares.pdf](http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder_Partículas_elementares.pdf)>.

\_\_\_\_\_. LHC, O gigante criador de matéria. Disponível em: <[http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder%20LHC\\_BaixaRes.pdf](http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder%20LHC_BaixaRes.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Cosmologia, A busca pela origem, evolução e estrutura do universo. Disponível em: <[http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder\\_Cosmologia.pdf](http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/pdf/Folder_Cosmologia.pdf)>.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. **Bohr e a interpretação quântica da natureza**. São Paulo: Atual, 2005.

SEEDUC. **Currículo Mínimo de Física do Estado do Rio de Janeiro**, 2012.

TELLES, R. P. **Como inserir a Física de Partículas no Ensino Médio**. Monografia - (Licenciatura em Física) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011. Orientador: José Claudio de Oliveira Reis.

WEBER, Felix. **A dança do Cosmos: do átomo dos gregos às travessuras dos Quarks**. São Paulo: Pensamento, 1995.

## Referências Videográficas

ABDALLA, Maria Cristina B. O discreto charme das partículas elementares. Disponível em: <<http://www.ift.unesp.br/users/mabdalla/media/formulario-dvd.html>>.

CBPF. Os cientistas brasileiros: César Lattes e José Leite Lopes, dirigido por José Mariani, 2003. Disponível em: <<http://youtu.be/DB3PzzIrRTc>>.

## O CERN NA SALA DE AULA: POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS, DO BÓSON, DO MÉSON, DO LÉPTON E AFINS

---

Alex Vieira dos Santos\*

### O CERN e o seu papel no cenário da educação científica

A ciência, como empreendimento humano, tem seu papel perante a sociedade. Isso é inegável. Neste exato momento estão sendo produzidos textos resultantes de pesquisas nas diversas áreas que compõem o empreendimento científico. Textos que se traduzem em pesquisas desenvolvidas desde as Ciências Humanas até as chamadas ciências duras (Física, Química, etc.). Na atualidade, inferir sobre as possibilidades e os resultados advindos da ciência já não podem ser temas alheios à sociedade, entendendo essa como o grupo de indivíduos que não estão inseridos no que é concebido como comunidade científica (SCHWARTZMAN, 2001; KUHN, 1970). A ciência, desse modo, dialoga com seus símbolos, códigos e mecanismos que para a sociedade ainda se apresentam indecifráveis, mesmo que essa utilize de seus frutos e conviva com as benfeitorias e mazelas advindas do desenvolvimento científico.

Nesse sentido, possibilitar que a sociedade tenha acesso à informação para poder, ao menos, opinar sobre ciências, é tarefa crucial para que o trabalho da comunidade científica tenha significado para

---

\* Escola de Física CERN 2012.

a sociedade e, de outro modo, exista uma manutenção/expansão de formação de cientistas e engenheiros com vistas ao desenvolvimento de uma nação (BAIARDI, 1995a, 1995b). Nesse sentido, o par ciência e tecnologia (C&T), além de ser elemento da cultura de uma sociedade, é também, conforme Baiardi (2002), elemento delimitador

[...] de um perfil moderno de qualquer Estado nação. Sem uma ciência e uma tecnologia nacionais não se consegue promover o desenvolvimento econômico, valorizar devidamente os produtos de exportação e também não se tem sucesso em educar, nutrir e tornar saudáveis os cidadãos de um país.

Não obstante, um país que almeja, mesmo que remotamente, um crescimento econômico e social deve se preocupar com a educação de sua população. E isso é fato! Penso que indiscutível. É nesse sentido que a educação científica se apresenta como meio de possibilitar que a sociedade se aproxime das particularidades e sistemas de funcionamento das ciências. Assim, a popularização das ciências, conceito polissêmico e corriqueiramente confundido com difusão das ciências, disseminação e alfabetização científica, toma relevante posição na conexão entre uma ciência da sociedade e não uma ciência que seja somente para a sociedade. É no contexto do desenvolvimento científico, das preocupações com a formação em ciências dos cidadãos e de quem os formam, que o CERN (*European Organization for Nuclear Research*) propõe um breve, mas valioso, programa de formação de professores da educação básica, que consegue traduzir uma de suas principais preocupações para com a sociedade, a saber, o cuidado de estabelecer uma forma de “prestação de contas” para mostrar qual ou quais as razões de sua existência, perante o enorme volume de recursos investidos nessa empreitada mundial em prol da ciência. Essa assim denominada “prestação de contas” se concretiza em programas de formação de professores e visitas às suas instalações, sendo estas guiadas pelos cientistas que por lá trabalham.

Dentro dessa perspectiva, no CERN existe o programa de professores em língua portuguesa (*Portuguese Language Teachers Programme*), coordenado pelo LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas - Lisboa) que, em conjunto com a SBF (Sociedade Brasileira de Física) e financiamento da Diretoria de Educação Básica Presencial da CAPES, proporciona a ida de professores brasileiros da Educação Básica às instalações do LIP e do CERN com o objetivo, dentre outros, de

fomentar o ensino e o debate de temas ligados à Física Experimental e de Partículas nos currículos de ciências nos países de língua portuguesa. Como uma das contrapartidas, os professores, em seu retorno, devem desenvolver atividades que proporcionem correlações entre o que foi vivido no CERN e suas práxis no contexto da escola, bem como atividades de colaboração entre os professores que foram ao CERN e a realização de eventos correlatos, como o *Masterclass*. Por outro lado, o Programa proporciona uma valiosa formação continuada aos professores brasileiros, em especial no ensino de ciências, na disciplina Física, que, dentre os diversos entraves, perpetua a dificuldade em transpor aos diversos e imutáveis currículos brasileiros temas que possam tratar dos tópicos relacionados ao que foi visto no CERN. Assim, o Programa comunga da ideia da necessidade de desenvolvimento de ações que sejam eficazes no ensino, na aprendizagem e, por extensão, na popularização das ciências no Brasil, ao passo que, na atualidade, os professores que “batalham” nas salas de aula não conseguem, ao mínimo, discutir conceitos da Física clássica em classes que invariavelmente são invadidas por um mar de falta de significados (MATTHEWS, 2000)

## **O retorno ao Brasil: mãos à obra no processo de popularização das ciências na escola**

É na possibilidade de inserção dos tópicos atuais no campo da Física que surgem demandas para discutir a construção do atual Modelo Padrão das Partículas, onde muitos foram os atores que participaram com seus “acertos” e “erros”. Foi a partir desse contexto que, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2012, foi desenvolvida no Centro Estadual de Educação Profissional em Logística e Transportes Luiz Pinto de Carvalho – CEEPLTLPC – uma atividade com a finalidade de explorar temas ligados à História e Filosofia das Ciências e, nesse sentido, foram exploradas, por um lado, biografias de atores que participaram no processo de construção das ciências, bem como a participação do Brasil nos caminhos que levaram à aceitação ou não aceitação dos conceitos que hoje direcionam a provável descoberta do Bóson de Higgs ou mesmo outros avanços no *quid pro quo* das ciências. Tal aspecto foi abordado, pois ainda convivemos com uma escola que cambaleia com o ultrapassado modelo atômico da década de 30 do século passado, que é exaustivamente estudado nas salas de aula e por muitos professo-

res e alunos ainda incompreendido, certo que esse não é um problema inerente e restrito ao Brasil, pois, ao compartilhar experiências com professores de outros países, em eventos como o do CERN (Genebra) ou mesmo o *Microsoft Partners in Learning Global Forum* (Washington D.C.), são notáveis as angústias perante as dificuldades enfrentadas nas salas de aula.

A proposta realizada consistiu em uma atividade onde os alunos, após uma aula sobre o CERN e sobre o que foi discutido por lá, pesquisassem em grupos sobre o campo de estudos da Física Moderna e correlacionassem com o que é realizado no CERN. Os alunos participantes eram do 3º ano do curso de Eletrotécnica integrado ao Ensino Médio num total de 25 alunos. Eles se organizaram em cinco equipes para elaborar painéis científicos temáticos para serem expostos na escola. A atividade durou uma semana e também constou de uma visita à Universidade Federal da Bahia, onde participaram de um bate-papo com cientistas do CERN em uma videoconferência no dia 19 de outubro de 2012, evento esse viabilizado pelo Dr. Eduardo Furtado de Simas Filho, professor adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica da UFBA, e pelo Dr. Denis Damazio, pesquisador do ATLAS no CERN. No contexto da visita à universidade, os alunos participaram de uma palestra ministrada pelo professor Eduardo Simas com tema correlacionado ao CERN e algumas outras atividades correlacionadas à Semana Nacional de C&T naquela universidade.



Videoconferência realizada na Escola Politécnica da UFBA em outubro de 2012. Na apresentação, o professor Eduardo Simas e, à direita, os alunos do CEEPLTLC (acervo pessoal).

Naquela oportunidade, alunas e alunos puderam conversar com ambos os pesquisadores e tirarem algumas dúvidas relacionadas ao tema que eles pesquisaram, bem como sobre o tema que ainda ecoava tanto nos corredores do CERN quanto nas mentes dos estudantes que recentemente tinham tomado conhecimento da divulgada e celebrada “descoberta” do Bóson de Higgs, que ainda permeia nas discussões no meio das ciências e nos diversos recortes de jornais afixados em alguns murais no CERN. De outro modo, foi ainda discutido na videoconferência que esse não seria o foco principal das pesquisas realizadas no CERN, como muitos podem vir a pensar, e nesse sentido foi dito, já na escola, que o atual estado de pesquisa no CERN poderia ser comparado ao dos navegantes da época dos descobrimentos, que viam um ponto no horizonte, sendo que este poderia ser uma gaivota ou uma ilha, como também poderia ser uma nova terra, pois no contexto das ciências existem marchas e contramarchas simultâneas.

Discutir ou mesmo divulgar junto aos alunos os conceitos que se apresentam nos atuais debates no campo das ciências não é tarefa fácil, e esse é, e será, o próximo desafio, mas, de outro modo, é importante salientar entre os estudantes que é a partir de tais conceitos que muitas benfeitorias são aplicadas na sociedade, e esse é um ponto que deve ser explorado em sala de aula, como, por exemplo, no caso da Física Médica, com o desenvolvimento de exames mais precisos e menos invasivos. Além de correlações entre o campo de estudos da Física e suas aplicações na sociedade, foram questionados pontos intrínsecos ao contexto da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, que, ao ver do presente autor, é um dos terrenos férteis onde podem ser desenvolvidas ações para discutir, dentre outros tópicos, a Física de Partículas com jovens brasileiros (SANTOS, 2007).

O que é o Bóson de Higgs? O que é uma galáxia? Por que o universo é escuro? O que é uma supernova? O que é energia escura? A luz é desviada pela gravidade? Melhor, o que é a gravidade? Essas são algumas das questões que ainda são negadas na vida escolar dos jovens e, se realizadas e discutidas, poderiam contrapor, quando contextualizadas, ideias e opiniões dos educandos e desmistificar que a escola é uma mera reprodutora de conhecimentos e, por outro lado, possibilitaria que o universo da Física escolar não fosse somente composto de um emaranhado de fórmulas e macetes para resolução de questões.

A percepção que os alunos tiveram sobre a importância do CERN e sua correlação com a vida da sociedade se traduziu nas falas e

inquietações que iam surgindo durante a videoconferência e se materializaram nos painéis científicos realizados para a exposição na escola em meio à Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Como exemplo, tivemos cartazes que tinham como tópico principal a História das Ciências e um estudo biográfico sobre personagens que estiveram presentes no desenvolvimento do modelo atômico. Os estudos biográficos nesse sentido

[...] são um componente importante de nossa compreensão das ciências e das tecnologias. Estes dois campos de atividade, como qualquer outro empreendimento humano, são fruto do trabalho de indivíduos, em particular ou em grupos, num tempo e espaço específicos. O melhor dos estudos biográficos procura usar o particular para nos ajudar a ver e a compreender padrões mais amplos em áreas tais como o desenvolvimento de ideias, as práticas, e os papéis culturais ou políticos da C&T (FIGUERÔA, 2007, p. 1).

Foi de suma importância a ilustração por meio dos cartazes para que fossem discutidos aspectos referentes às ideias e controvérsias científicas que permearam a evolução do modelo atômico.

**EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DA BAHIA**

**SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**CIENTISTAS DO MODELO ATÔMICO**

**John Dalton (Egtonfield, 6 de setembro de 1766 – Manchester, 27 de julho de 1844).**  
Em 1803, John Dalton, um professor inglês, propôs a ideia de que as propriedades da matéria podem ser explicadas em termos de comportamento de partículas finitas, variáveis. Dalton acreditava que o átomo seria a partícula elementar, a menor unidade da matéria. Dalton, no séc. XIX (o pai da física atômica), retomou a ideia dos átomos como constituintes básicos da matéria. Para ele, os átomos seriam partículas pequenas, indivisíveis e indestrutíveis. Cada elemento químico seria constituído por um tipo de átomos iguais entre si. Quando combinados, os átomos dos vários elementos formariam compostos novos.

**Joseph John Thomson, também conhecido por J. Thomson, (nasceu em Manchester, 18 de Dezembro de 1857 - morreu em Cambridge, 30 de agosto de 1940) foi um físico britânico que descobriu o elétron. O modelo atômico de Joseph teve experimentos, por volta de 1897, com um feixe de raios catódicos e descobriu partículas negativas que eram atraídas pelo pólo positivo de um campo elétrico positivo. Nessa forma, ele concluiu que o átomo deveria conter uma partícula subatômica negativa, denominada de elétron. Assim, láto por teoria de Dalton de que o átomo seria indivisível. Seu modelo atômico foi o seguinte: "O átomo é uma esfera de carga elétrica positiva, mas neutra, em virtude de elétrons (negativos), de modo que sua carga elétrica total é nula".**

**Ernest Rutherford (nasceu em Spring Grove, Nova Zelândia, 30 de agosto de 1871 - foi um físico e químico neozelandês que se tornou conhecido como o pai da física nuclear. O modelo atômico de Rutherford, também conhecido como modelo planetário do átomo é uma teoria sobre a estrutura do átomo. Descobriu que a maior parte do átomo em espaço vazio, sendo a carga positiva localizada no núcleo (fonte central do átomo), sendo este a maior parte da massa do átomo. Os elétrons orbitavam a girar em torno do núcleo. Rutherford também descobriu a existência dos prótons, as partículas com carga positiva que se encontram no núcleo. Seu Modelo não explicava porque é que os elétrons não caem no núcleo, devido à atração que apresentavam pelas cargas positivas do mesmo.**

**SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**PRÊMIOS NOBEL DA FÍSICA DO SÉC. XX**

**Wilhelm Conrad Röntgen, Alemão. Ganhou o Prêmio Nobel em 1901 pelo descobrimento dos Raios X.**

**Antoine H. Becquerel, Francês. Descobriu em 1896 a radioatividade dos sais de urânio. Foi importante descobriu valeu-lhe a atribuição do Nobel de Física em 1903, juntamente com o casal Pierre Curie e Marie Curie.**

**John William Strutt, Inglês. Ganhou o Prêmio Nobel em 1904 pelo investigação sobre a densidade dos gases e descoberta do Argônio.**

**Hendrik Lorentz, Neerlandês. Recebeu em 1902 o Nobel de Física por seu trabalho sobre as radiações eletromagnéticas. A maior parte de seus trabalhos envolvia o eletromagnetismo.**

**Joseph John Stirling, Britânico. Ganhou o prêmio Nobel em 1906 pelas métricas pesquisas sobre a investigação da condutividade elétrica dos gases.**

**Philip Lenard, Húngaro (1862-1947). Ganhou o Prêmio Nobel em 1905 pelas pesquisas sobre os raios catódicos.**

**Wilhelm Wien, Alemão. Ganhou o Prêmio Nobel pelo descobertas dos leis de irradiação do calor (Lei de Wien)**

**Johannes Diederik, Neerlandês. Ganhou o Prêmio Nobel em 1910 pelas equações descrevendo os estados líquido e gasoso, trabalho fundamental para a medição do zero absoluto.**

**Nils Gustaf Dalén, Sueco. Recebeu em 1912 o Nobel de Física pela invenção dos reguladores automáticos para reservatórios de gás de iluminação.**

**Max von Laue foi um físico alemão. Foi laureado com o Nobel de Física em 1914, pela descoberta da difração dos raios-X em cristais.**

**Heike Kamerlingh Onnes foi um físico neerlandês. Recebeu em 1913 o Nobel de Física por pesquisas sobre as propriedades da matéria a baixas temperaturas e pela produção do hélio líquido.**

**William Henry Bragg, foi um físico e químico britânico. Em 1915 recebeu com seu filho, William Lawrence Bragg, o Nobel de Física por trabalhos de análise de estruturas cristalinas através da difração de raios-X.**

**Charles Glover Barkla, foi um físico britânico. Recebeu em 1917 o Nobel de Física, pela descoberta de emissões características da Física Röntgen pelas emissões.**

Cartaz sobre História das Ciências – Cientistas da evolução do modelo atômico. Autores: Alunos do 3º ano de Eletrotécnica.

Cartaz sobre Ganhadores do Prêmio Nobel de Física. Autores: Alunos do 3º ano de Eletrotécnica.

A ciência, como uma atividade social e cultural e, por consequência, fruto de anseios e visões de mundo distintas, deve e pode ser analisada na escola, tanto nas disciplinas do currículo de Ciências como em atividades multi/interdisciplinares, tendo como incremento, para potencializar o ensino e a aprendizagem, a inserção de tópicos de Filosofia e História das Ciências (MATTHEWS, 1991, 1994). Outro foco da atividade foi analisar quem, no século XX, foi ganhador do prêmio Nobel de Física e quem, nesse conjunto, teve correlação com os estudos realizados no CERN, ou mesmo esteve, em algum momento, no CERN. Tal atividade, que também se inseriu no contexto da popularização das ciências, possibilitou que os alunos discutissem o que seria o prêmio Nobel e as possibilidades de relação entre as ciências, a política e a sociedade.

A percepção, por parte dos alunos, da correlação entre a História das Ciências, o desenvolvimento do pensamento científico e os próprios cientistas possibilita que a escola seja um campo fértil para a popularização das ciências e que essa busque/desenvolva estratégias diversas para fomentar ações correlatas no ensino de ciências. Os conhecimentos nas competências específicas da área podem ser abordados de forma que possibilitem ao aluno/aluna uma maior interconexão com seu cotidiano e, para tal, o docente deve desenvolver no educando capacidades de (re)estruturação e de contextualização dos conhecimentos, e é nesse contexto que o campo de estudos de CTS aparece como uma perspectiva viável na educação científica (SANTOS, 2005; BAZZO, 1998). Para José Antonio Lopez Cerezo, esse campo de estudos se constitui como

[...] uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar que, enfatizando a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham: (a) a rejeição da imagem da ciência como uma atividade pura; (b) a crítica da concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra, e (c) a condenação da tecnocracia (CEREZO, 2004, p. 17).

Enfatizar o social na ciência e na tecnologia se insere nessa perspectiva e deve estar presente entre os objetivos dos currículos em Ciências, pois, além de facilitar e proporcionar caminhos para a divulgação da ciência no ambiente escolar, vislumbram-se ainda possibilidades de combate a um analfabetismo científico que permeia a sociedade. Visto isso, se torna urgente a percepção da necessidade de discussões e

ações que fomentem o desenvolvimento de competências e habilidades no indivíduo para o entendimento do que se está discutindo no mundo e, por outro lado, o incremento de ações que aproximem a escola da formação e práxis docente, bem como a pesquisa educacional da academia ao “chão da escola”, sem as utopias megalomaniacas e generalistas que cercam a lacuna pesquisa-prática na educação brasileira que, em muitas situações, se comporta como se estivesse em tempos “áureos” das grandes navegações. A princípio, seria fomentar aquilo que o programa do CERN de certo modo realiza, a saber, formar e ouvir os professores a partir e por meio do conhecimento dos próprios professores em conjunto com os cientistas, afinal, parafraseando Max Perutz, é importante que os alunos e os próprios professores vislumbrem o papel dos cientistas como transformadores de nossas vidas mais do que os astros da televisão, estadistas e gerais.

## Considerações finais

As diversas ações no campo da popularização das ciências e, aqui em especial, as olimpíadas, feiras, concursos científicos e a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, podem estimular as carreiras científicas, fazendo que o jovem perceba o papel das ciências, não só as consideradas exatas, e possa optar por carreiras científicas que tendem a alavancar os setores produtivos da nação. De outro modo, as correlações entre as atividades desenvolvidas no CERN e seus desdobramentos na escola, possibilitam, quando bem trabalhadas no contexto da escola, a desvinculação de visões empírico-indutivistas e atóricas das ciências, que possam fortalecer imagens deturpadas do que é a ciência e o papel dos cientistas. (ABD-EL-KALICK; EDERMAN, 2000a, 2000b; COBERN, 2001; GIL-PEREZ, D. *et al.*, 2001).

O quanto precisamos avançar? Talvez essa seja uma questão menor em um contexto onde não dispomos de um pleno entendimento de como deve ocorrer o fomento às ciências e à tecnologia na educação básica (vide o nosso PISA, que, mesmo tendo ganho um fôlego, ainda deixa a desejar). O importante é avançar. O programa proposto pelo CERN se insere nas ações de popularização das ciências tanto no que tange à formação de professores quanto na troca de experiências entre professores e alunos após o retorno da Escola de Física CERN. Talvez seja importante negociarmos um conjunto de ações que simplifique, por exemplo, as iniciativas e possibilidades dos “ilustrados” professores, em

especial, os da escola pública (repito, escola pública), estimulando-os a mostrarem suas atividades de pesquisa para os alunos, pois já “atravessamos o Rubicão” e não temos outro destino senão organizarmo-nos para decidir quais os futuros profissionais e cidadãos que irão alavancar o país detentor da ordem e do progresso. *Alea jacta est.*

## Referências

ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norman. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, London, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000a.

\_\_\_\_\_. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000b.

BAIARDI, Amílcar. Padrões culturais e obstáculos à democracia e ao desenvolvimento no Brasil. **Organização e Sociedade**, v. 3, n. 4, jun. 1995a.

\_\_\_\_\_. O papel da ciência e da tecnologia na definição da nova ordem econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMISTAS, 11. **Anais...** Salvador: CORECON, 1995b.

\_\_\_\_\_. O desenvolvimento da atividade científica no Brasil. In: SCLIAR, M. **Oswaldo Cruz & Carlos Chagas: o nascimento da ciência no Brasil.** São Paulo: Odysseus, 2002.

BAZZO, Walter A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis, Edufsc, 1998.

CEREZO, José Antônio López. Ciência, tecnologia e sociedade: o Estado da Arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, Lucy Woellner dos; ICHIKAWA, Elisa Yoshie; SENDIN, Paulo Varela; CARGANO, Doralice de Fátima (Orgs.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação.** Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2004.

COBERN, William; LOVING, Cathleen. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. **Science Education**, v. 85, p. 50-67, 2001.

FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. A propósito dos estudos biográficos na história das ciências e das tecnologias. **Fênix** (UFU. On-line), v. 4, 2007.

GIL-PÉREZ, Daniel *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HAMBURGER, Ernst Wolfgang. A popularização da ciência no Brasil. In: CRESTANA, S. *et al.* **Educação para a ciência:** curso para treinamento em centros de ciências. São Paulo: Estação da Ciência, USP, 2002.

MATTHEWS, Michael. **Constructivism and Science Education:** An Evaluation. In: VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, mar. 2000.

MATTHEWS, M. R. Un lugar para la Historia y la Filosofía en la enseñanza de las ciencias. **Comunicación, Lenguaje y Educación**, p. 11-12, 141-155, 1991.

\_\_\_\_\_. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 255-277, 1994.

KUHN, Thomas Samuel. **The structure of scientific revolutions.** Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

SANTOS, Alex Vieira dos. Ensino das ciências: a contribuição do campo educação CTS. **Jornal da Ciência – SBPC**, São Paulo, 25 de out. 2005.

\_\_\_\_\_. Popularização da ciência, gênero em ciências e educação científica no Brasil. **Jornal da Ciência – SBPC**, Rio de Janeiro, 12 dez. 2007.

SCHWARTZMAN, Simon. **Um espaço para a ciência:** a formação da comunidade científica no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência e tecnologia, Centro de Estudos Estratégicos, 2001.

# VIAGEM AO MUNDO ATÔMICO PELAS AULAS DE FÍSICA DE NÍVEL MÉDIO

---

Almir Guedes dos Santos\*  
Sandro Soares Fernandes\*

## Perspectivas de divulgação

**N**a minha (Almir) proposta de divulgação da Escola de Física do CERN 2012 quando do retorno ao Brasil estavam previstas ações que incluem a discussão e divulgação de conhecimentos, pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos ligados à Física de Partículas elementares, ao CERN e ao LHC, e sua relação com o ensino de Física. Estavam previstas palestras ou seminários no programa de pós-graduação onde me tornei mestre em Ensino de Física, nas instituições de ensino onde leciono e no projeto de formação inicial de professores em que atuo desde 2009, apresentações de trabalhos e/ou minicursos em encontros locais e nacionais de Ensino de Física e áreas afins e publicações de trabalhos em revistas de Ensino de Física ou áreas afins voltadas diretamente para professores de Física do nível médio.

Quando do retorno de Genebra, na Suíça, cheguei muito animado e interessado para realizar as divulgações acima, inclusive, certamente sentia-me mais à vontade para abordar diversos aspectos sobre Física de Partículas Elementares no Ensino Médio, pois agora possuía

---

\* Escola de Física CERN 2012.

diversos conhecimentos e noções sobre tópicos correlatos, grandes questões desta área de pesquisa e compreensões sobre o CERN e o LHC. No entanto, este meu estado de mais ciência acerca da área não quer dizer que me sentia realmente seguro para realizar da melhor forma as atividades que propus durante o processo seletivo para participar do curso no CERN. Nesse sentido, lembro-me de uma fala do professor Ronald Shellard (CBPF e SBF) em sua palestra no último dia da Escola de Física do CERN do ano passado, na qual disse em certo momento (aproximadamente) que “o preço que se paga pelo conhecimento é consciência de quão ‘ignorantes’ somos em relação àqueles assuntos”. A fala do professor Ronald estava relacionada à área de pesquisa e conhecimentos em Física de Partículas, que é tão ampla e complexa que demandaria vários anos de dedicação (incluindo o mestrado e o doutorado) da parte dele para que se tornasse um físico pesquisador desta área.

Após dez dias visitando laboratórios, assistindo às aulas e palestras e participando de eventos culturais de integração, Almir e eu (Sandro) voltamos para o Brasil com a missão de levar aos nossos alunos e colegas de trabalho o máximo possível desta experiência. O compromisso com nossos alunos e a oportunidade de participar da Escola de Física do CERN 2012 despertou em nós o interesse em estudar mais sobre Física Moderna e Contemporânea.

Desde o retorno ao Brasil temos nos dedicado a criar atividades que possibilitem levar para a sala de aula temas que envolvam Física de Partículas, atividades estas que já foram apresentadas com sucesso em salas de aulas, em seminários, artigos que já foram aceitos para serem apresentados em congressos e em minicurso sobre o tema Física de Partículas que foi ministrado no XX SNEF na USP, em 2013.

Meu (Sandro) projeto de atividades que seriam desenvolvidas após o retorno ao Brasil era dividido em três partes: divulgação para os professores, para os alunos das escolas onde leciono e para comunidade científica por meio de seminários, artigos e apresentação de trabalhos em congressos, conforme será apresentado nas duas seções subsequentes.

## **Palestras e seminários em instituições de ensino**

Após a Escola de Física do CERN, fiquei (Almir) mais ciente ainda de que precisava estudar bastante Física de Partículas para abordar

os assuntos correlatos no Ensino Médio com razoável segurança e tranquilidade. Mesmo não estando devidamente confiante de que poderia realizar as divulgações com a devida (na minha concepção) propriedade e qualidade quanto à compreensão dos assuntos, comecei a realizá-las já próximo do fim do ano. Minha primeira experiência de divulgação foi logo em um seminário ministrado em conjunto com o Sandro no âmbito do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Física do Instituto de Física da UFRJ, o qual contou com respeitados físicos e pesquisadores em Ensino de Física, tais como Carlos Eduardo Aguiar, Deise Miranda Vianna, Fernando de Souza Barros e Vitorvani Soares, além de professores do Ensino Médio que estão fazendo mestrado no programa. Como o título “Escola de Física do CERN 2012: seleção e experiências” (SANTOS; FERNANDES, 2012) previa, Sandro e eu abordamos o processo seletivo, nossa aprovação e as divulgações prévias, a passagem por Lisboa e a visita técnica ao LIP e o curso no CERN, incluindo as palestras, as visitas técnicas aos experimentos do LHC e espaços de divulgação científica do CERN e as outras atividades.

Logo que Almir e eu voltamos para o Brasil fomos convidados pelo professor Vitorvani Soares para apresentar um seminário sobre nossa ida ao CERN para o Programa de Pós-Graduação de Ensino de Física (PEF) do Instituto de Física da UFRJ. Tenho certeza que essa experiência foi muito valiosa para nós dois, pois participaram do seminário professores com uma enorme experiência dentro do Instituto de Física da UFRJ, tanto na área de pesquisa de Física aplicada quanto na área de ensino de Física. Vários foram os questionamentos sobre a nossa apresentação e também foram valiosas as sugestões que recebemos de alguns professores sobre futuras atividades que poderíamos desenvolver. Ali ficou muito claro para mim e para o Almir que nosso objetivo não era divulgar o evento ou a viagem, e sim explorar de que maneira a Escola de Física do CERN poderia mudar nossa concepção sobre o ensino de Física Moderna e de que forma poderíamos inserir esses conhecimentos nas salas de aulas.

Felizmente, Sandro e eu fomos questionados sobre aspectos da Física envolvida em Física de Partículas Elementares, LHC e CERN e da abordagem deste assunto no Ensino Médio, que em boa parte não soubemos responder.

Embora os presentes tenham gostado do seminário, Sandro e eu nos tornamos, com os questionamentos e comentários recebidos, mais cientes ainda dos desafios que tínhamos e ainda temos pela frente:

estudar bastante e compreender diversos aspectos da Física de Partículas Elementares, do LHC e do CERN, e conceber, discutir, elaborar e aplicar atividades didáticas pertinentes e viáveis educacionalmente no contexto brasileiro.



Sandro e eu após o seminário no PEF do IF-UFRJ (acervo pessoal).

Foi um seminário muito valioso, não somente porque Sandro e eu pudemos compartilhar com outros professores do Ensino Médio informações sobre a seleção e aspectos de nossas experiências durante o projeto, mas, sobretudo, porque saímos bem reflexivos e conscientes dos desafios que tínhamos pela frente a fim de podermos colaborar com a abordagem Física de Partículas no Ensino Médio, que acreditamos ser o grande desafio dos professores participantes do curso quando do retorno aos seus países de origem, no nosso caso o Brasil.

Pensando nos colegas das escolas públicas e particulares com quem convivo (Sandro) no dia a dia e que não tiveram ainda a oportunidade de participar da escola do CERN, prepararei um relatório das atividades desenvolvidas, destacando os assuntos mais relevantes discutidos durante a escola, algumas imagens tiradas, *link* dos vídeos que nos foram apresentados e de todas as palestras, materiais de apoio que recebemos no CERN e bibliografia mais conveniente e indicada para estudos dos assuntos apresentados.

Confesso que fiquei muito surpreso quando na segunda-feira logo após o retorno ao Brasil não consegui “dar aulas” seguindo o planejamento anual, como de costume. Todos os alunos estavam muito curiosos sobre as novidades que havia trazido para eles do maior laboratório do mundo. Foi um prazer imenso poder falar durante vários minutos com uma turma e perceber que todos estavam conectados e envolvidos com

cada palavra que saía da minha boca, mostrando assim que, quando o assunto é do interesse deles e tem a ver com seus cotidianos, não é tão difícil assim envolvê-los nas discussões que fazemos em sala.

Logo percebi duas coisas muito boas: a primeira é que sentiam orgulho de terem um professor que havia feito um curso na Suíça, no grande acelerador de partículas que por sorte na época estava muito na mídia devido à possível descoberta do bóson de Higgs; e a segunda foi que agora que tinha passado por essa maravilhosa experiência no CERN precisava estudar muito sobre tudo que o conheci lá em apenas uma semana, pois a quantidade de perguntas que me foram feitas por unidade de tempo foi muito grande e não estava apto a dar conta de todas as respostas com a devida qualidade e credibilidade que meus alunos mereciam.

Enquanto estávamos em Genebra, um programa de televisão de grande audiência fez uma matéria sobre a possível descoberta da “Partícula de Deus” e o grande acelerador LHC. O programa foi assistido por um número muito grande dos meus alunos e eles disseram que falavam com alegria e prazer para os seus pais que o seu professor de Física estava lá fazendo um curso. Claro que tudo isso é muito gratificante para um professor e o mínimo que podia fazer era retribuir todo esse carinho mostrando para eles um pouco de tudo que vivi e aprendi nos dias em que estive fora. Montei uma palestra, usando dados, imagens e vídeos feitos no CERN, intitulada “A maior máquina do mundo” e apresentei para todas as 23 turmas que tinha em 2012. Preparei a palestra para ser apresentada durante aproximadamente 45 minutos, que é o tempo médio de uma aula, porém na maioria das vezes, graças à excelente participação dos alunos com um grande número de perguntas, extrapolava um pouco o tempo.

A repercussão das palestras nas escolas era muito grande, de modo que alunos de outras turmas, professores de outras áreas, coordenadores e até diretores pediam para assistir. Escrevi um pequeno texto, “FÍSICOS ENCONTRAM NOVA PARTÍCULA, MAS SERÁ O BÓSON DE HIGGS?”, para o jornal interno de duas escolas particulares e até hoje continuo recebendo convite para ministrar palestras em escolas sobre a visita ao CERN.

Após o seminário na UFRJ, realizei (Almir) no Colégio Estadual Marechal João Baptista de Mattos (SEEDUC-RJ) palestras intituladas “CERN e LHC: viagem ao mundo subatômico”, em três momentos distin-

tos, para dar oportunidade de que os monitores do PIBID/UFRJ atuantes no colégio e a maior quantidade possível de alunos e professores pudesse participar. Como tal palestra foi realizada já no final do 4º bimestre letivo, os alunos já estavam em “clima de férias” e os professores atarefados com correções de provas e preenchimento de diários de classe, de modo que o quantitativo de presentes foi muito baixo, tendo envolvido apenas professores da escola e monitores do referido projeto. Infelizmente, não houve aluno presente em qualquer uma das palestras! Similarmente ao que ocorreu no PEF-UFRJ, nessa palestra abordei brevemente o processo seletivo, a passagem por Lisboa, a estadia em Genebra e o curso realizado no CERN, incluindo boa parte das atividades realizadas.

## **Minicursos e publicações em eventos nacional e internacional**

Logo que recebemos a primeira chamada para envio de trabalhos para o XX SNEF, começamos a construir uma proposta didática que buscava relacionar nossas experiências vividas no CERN com um roteiro de atividades envolvendo Física de Partículas para serem aplicadas em sala de aula. Foram dezenas de e-mails e alguns encontros para que ficasse do modo que esperávamos e tivemos a oportunidade de apresentar as propostas em janeiro de 2013 na USP (SANTOS; FERNANDES, 2013a), no XX SNEF, para um grupo de professores de todo o país e que já possuíam, em sua maioria, algum tipo de experiência em sala de aula envolvendo Física de Partículas, o que foi muito interessante para que pudéssemos trocar informações e enriquecer ainda mais a nossa proposta.



Professores e estudantes que participaram do minicurso no XX SNEF (acervo pessoal).

Sandro e eu tivemos um minicurso aprovado e intitulado “Contribuições da Escola de Física do CERN para abordagem de Física Moderna no Ensino Médio” para ser ministrado durante o XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (XX SNEF), que foi realizado em janeiro de 2013 no Instituto de Física da USP. O minicurso consistiu na apresentação de aspectos da seleção e nossa aprovação e da Escola de Física do CERN, noções sobre o CERN, o LHC e a Física de Partículas Elementares e as propostas educacionais que concebemos e elaboramos para serem aplicadas em escolas públicas federais e estaduais e particulares do Rio de Janeiro. Essas propostas envolvem abordagens diversas, tais como NTIC (Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação), CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e HFC (História e Filosofia das Ciências).



Sandro e eu durante minicurso ministrado durante o XX SNEF no IF-USP (acervo pessoal).

Como todas as vagas do minicurso foram preenchidas, Sandro e eu estávamos numa expectativa bem grande, porque queríamos muito colaborar com os participantes do minicurso dentro do que era possível naquele momento. Concebemos as propostas, nos encontramos na casa do Sandro no Rio de Janeiro para discutirmos e estruturarmos as propostas de ensino e os *slides* para o minicurso e escolhemos e organizamos materiais (tais como lembranças diversas do CERN e livros sobre Física de Partículas e o LHC) para levarmos para o minicurso a fim de mostrar aos participantes. Como o Sandro e eu gostamos bastante em especial do livro **Física de Partículas: uma abordagem conceitual e epistemológica**, de 2011, do professor Marco Antônio Moreira, da Editora Livraria da Física, resolvemos sortear de surpresa um exemplar dele ao final do minicurso.



Sandro entregando o livro sorteado a uma das participantes do minicurso no SNEF (acervo pessoal).

Ao final do minicurso e em outros locais durante o SNEF fomos parabenizados por diversos participantes, os quais nos disseram que gostaram e que colaboramos com a compreensão deles sobre os assuntos abordados no minicurso. O retorno que tivemos foi tão bom que serviu para nos estimular ainda mais a continuar no nosso “projeto” de produção de materiais didáticos para abordagem de Física de Partículas Elementares nas aulas de Física do Ensino Médio.

Durante o próprio SNEF, tivemos a oportunidade de conversar com a professora Lígia Faria Moreira do IF-UFRJ, que é a coordenadora geral do ENLIF-UFRJ (Encontro da Licenciatura em Física da UFRJ), sobre a Escola de Física do CERN e as atividades que estávamos elaborando e apresentando lá no SNEF. Então, ela nos convidou para ministrar um minicurso durante o ENLIF deste ano (2013) com enfoque nas propostas de ensino de Física de Partículas Elementares que estamos elaborando para o Ensino Médio (SANTOS; FERNANDES, 2013c).

Ainda durante o SNEF, conversamos sobre a sequência de nossas ações nesse sentido, de forma que dialogamos sobre o encontro internacional de Ensino de Física que ocorrerá em julho de 2013 no Equador, o qual poderia representar outra ótima oportunidade para apresentarmos e discutirmos, agora a nível internacional, com professores de Física do Ensino Médio e Nível Superior e licenciandos em Física nossas propostas didáticas. Sendo assim, após chegarmos ao Rio de Janeiro do SNEF deliberamos sobre o que faríamos para este evento internacional, até que chegamos à conclusão de que deveríamos cada qual elaborar uma comunicação oral com duas das propostas didáticas cada uma que elaboramos para o Ensino Médio.

Em seguida, ficamos bem felizes, pois os trabalhos “Física de Partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas” (SANTOS; FERNANDES, 2013b) e “Escola de Física do CERN: como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender Física de Partículas?” (FERNANDES; SANTOS, 2013) que submetemos foram aceitos para apresentação como comunicação oral na “XI Conferência Interamericana sobre Educação da Física” (XI CIAEF), que foi realizada no início de julho de 2013 em Guayaquil, no Equador. Para a elaboração destes trabalhos, tivemos a oportunidade de, dentro do possível, nos aprofundar na compreensão sobre Física de Partículas e na sua abordagem ao Ensino Médio mediante a leitura de trabalhos de encontros, artigos de periódicos e livros pertinentes. Destaco que ambos os trabalhos também ficaram de ser publicados, de acordo com a comissão organizadora, no **Latin American Journal of Physics Education** após serem apresentados no evento.

As minhas perspectivas consistiram na realização de palestra no Instituto Federal do Rio de Janeiro (*campus* Nilópolis) para alunos e professores da instituição onde atuo e no subprojeto Física do PIBID/UFRJ para os bolsistas (professores e licenciandos) participantes. Quanto às atividades conjuntas com o Sandro, minhas “previsões iniciais” envolviam a realização do minicurso ou oficina no ENLIF-UFRJ, a aplicação das atividades nas instituições onde lecionamos, a apresentação de trabalhos pertinentes em encontros de Ensino de Física ou áreas afins e a publicação de artigos em revistas de Ensino de Física voltadas para professores de Física do Ensino Médio e licenciandos em Física.

Após cerca de dois anos e três meses da Escola de Física do CERN de 2012, Sandro e eu já conseguimos ir além de algumas de nossas metas iniciais, tendo em vista o constante fortalecimento de nossa colaboração para elaboração de materiais didáticos, aplicação em sala de aula de nível médio e divulgações dos resultados em congressos nacionais e internacionais mediante, por exemplo, apresentações de trabalhos na XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física (Guayaquil - Ecuador) e no II International Congress of Science Education (Foz do Iguaçu-PR) (FERNANDES; SANTOS, 2014) e oferecimentos de minicursos no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (São Paulo - SP) e XI Encontro de Licenciatura em Física da UFRJ (Rio de Janeiro - RJ).



Sandro e eu durante apresentação do trabalho no II ICSE (Foz do Iguaçu-PR) (acervo pessoal).

E dessa forma a Física de Partículas tem se tornado cada vez mais presente em nossa prática docente no nível médio...

## Referências

FERNANDES, S. S.; SANTOS, A. G. Escola de Física do CERN: como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender física de partículas? **Anais da XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física**. Guayaquil-Ecuador, 2013. Disponível em: <[http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2013\\_sandro\\_1.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2013_sandro_1.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2014.

FERNANDES, S. S.; SANTOS, A. G. Do CERN para o CPII, Explorando o mundo das partículas. **Anais do II International Congress of Science Education**. Foz do Iguaçu-PR, 2014. Disponível em: <<http://congresso.unila.edu.br/icse2014/br/>>. Acesso em: 29 nov. 2014.

SANTOS, A. G.; FERNANDES, S. S. Escola de Física do CERN 2012: seleção e experiências. Seminário no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRJ. 2012. Disponível em: <[http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2012\\_2\\_18\\_almir\\_sandro.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2012_2_18_almir_sandro.pdf)>. Acesso em: 29/11/2014.

SANTOS, A. G.; FERNANDES, S. S. Contribuições da Escola de Física do CERN para a abordagem de Física Moderna no Ensino Médio. Curso de extensão no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. USP, São Paulo-SP, 2013a. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/cursos/popup\\_curso.asp?curId=C007](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/cursos/popup_curso.asp?curId=C007)>. Acesso em: 29 nov. 2014.

SANTOS, A. G.; FERNANDES, S. S. Física de partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas. **Anais da XI Conferencia Interamericana**

**sobre Enseñanza de la Física. Guayaquil-Ecuador.** 2013b. Disponível em: <[http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2013\\_almir\\_2.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2013_almir_2.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2014.

SANTOS, A. G.; FERNANDES, S. S. **Escola de Física do CERN e LHC:** atividades didáticas para a sala de aula. Curso de extensão no XI Encontro de Licenciatura em Física, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, 2013c. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~enlif/XI%20Enlif/programacao.html>>. Acesso em: 29 nov. 2014.



# A FÍSICA DE PARTÍCULAS E A INCLUSÃO CIENTÍFICA: A DIVULGAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DAS VISITAS VIRTUAIS AO EXPERIMENTO ATLAS

---

Anderson Guimarães Guedes\*  
Amadeu Albino Junior\*

## Inclusão Social x Inclusão Científica

Os avanços tecnológicos na área da informática, onde temos computadores com um poder de processamento cada vez maior por um custo cada vez menor e a massificação da internet de banda larga, têm contribuído para que o cidadão comum possa ter acesso à informação sobre os mais variados temas de seu interesse com apenas alguns cliques no *mouse*. Portanto, a internet pode ser vista como um importante meio de inclusão social. A inclusão social é um dos grandes desafios de nosso país que, por razões históricas, acumulou enorme conjunto de desigualdades sociais, dentre elas as referentes à apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos (MOREIRA, 2006). Um dos aspectos da inclusão social é a possibilidade de que cada brasileiro tenha oportunidade de adquirir conhecimentos básicos sobre Ciência e seu desenvolvimento e a partir desse conhecimento possa compreender melhor o mundo em que vive (MOREIRA, 2006) e também ampliar suas oportunidades no mercado de trabalho ou atuar, enquanto cidadão, de forma mais ativa sobre importantes decisões para a sua comunidade.

---

\* Escola de Física CERN 2012.

O desenvolvimento científico e tecnológico caminha a passos largos no mundo contemporâneo. A cada dia novas descobertas são realizadas em várias áreas do saber humano e muitas vezes estas mesmas descobertas são incorporadas rapidamente ao nosso cotidiano como, por exemplo, aparelhos eletrônicos, novos produtos de higiene e limpeza, novos medicamentos, dentre vários outros. Muitas vezes o impacto da descoberta científica e tecnológica sobre a sociedade é tão forte que acaba influenciando os padrões de comportamento de toda uma sociedade e de sua cultura. Segundo Moreira (2006):

Para a educação de qualquer cidadão no mundo contemporâneo, é fundamental que ele tanto possua noção, no que concerne à Ciência e Tecnologia (CT), tanto de seus principais resultados, de seus métodos e usos, quanto de seus riscos e limitações e também dos interesses e determinações (econômicas, políticas, militares, culturais, etc.) que presidem seus processos e aplicações. O significado social e cultural da ciência como atividade humana, socialmente condicionada e possuidora de uma história e de tradições, fica muitas vezes camuflado nas representações escolares e em muitas atividades de divulgação, particularmente na mídia. (p. 11)

Portanto, o acesso ao conhecimento científico e tecnológico com seus questionamentos, seus métodos, limitações, resultados e consequências para a sociedade deve estar ao alcance de todos e ser um dos objetivos permanentes da educação no século XXI. O significado da Ciência para o progresso da humanidade não pode ser deixado à margem de muitos e tampouco ser o privilégio de poucos.

Os grandes centros de pesquisa podem desempenhar um importante papel para a disseminação do conhecimento científico e promover a “inclusão científica” de nossa sociedade, uma vez que se encontram na fronteira do conhecimento, daí a sua relevância e autoridade científica para patrocinar tal empreitada. A divulgação científica pode ser um bom caminho para as instituições de pesquisa no sentido de promover a disseminação do conhecimento e de ter o maior alcance possível. A educação informal, aí incluída a divulgação científica, tem adquirido importância crescente e se manifesta por meio de instrumentos variados, como os meios de comunicação, os Centros e Museus de Ciência, os programas de extensão universitários, os eventos de divulgação, dentre outros (MOREIRA, 2006).

## As atividades do CERN e a divulgação científica

A Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecida como CERN (antigo acrônimo para Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), é um dos maiores laboratórios de Física do mundo e está localizado em Genebra, na fronteira entre a França e a Suíça. O CERN em 2009 recolocou em funcionamento o LHC (Large Hadron Collider), em português o “Grande Colisor de Hádrons”. O LHC é o maior acelerador de partículas da atualidade, sua circunferência tem um perímetro de cerca de 27 km, se estendendo entre o território francês e suíço. Muitos consideram que os esforços envolvidos para superar os problemas tecnológicos durante a construção do LHC e colocá-lo em funcionamento só podem ser comparados com os que surgiram para colocar o homem na Lua. Ao longo do anel do LHC, a cerca de 100 m de profundidade, existem 4 grandes detectores (experimentos) principais, que são o ATLAS (**A** Toroidal LHC Apparatu**S**), o CMS (**C**ompact **M**uon **S**olenoid), o ALICE (**A** Large Ion Collider **E**xperiment) e o LHCb (**L**arge **H**adron Collider **b**eauty).

O CERN mantém um diversificado programa de divulgação científica de suas atividades de pesquisa, que englobam tanto atividades de educação formal como, por exemplo, cursos periódicos planejados sobre Física de Partículas em vários níveis e idiomas destinados a alunos e professores da Educação Básica, como também de divulgação em nível de educação informal, a exemplo dos vários museus temáticos dentro de suas instalações, produção de material impresso de divulgação, uso de recurso multimídia como vídeos, simulações e videoconferências por meio de canais de comunicação na internet, dentre vários outros.

O detector ATLAS é um dos grandes experimentos do CERN e está localizado no território suíço. Durante o seu funcionamento, milhões de colisões entre prótons ocorrem a cada segundo em seu interior, gerando várias partículas que são estudadas para que tenhamos uma melhor compreensão a respeito dos modelos e teorias da Física que possam explicar a estrutura mais elementar da matéria. O ATLAS é basicamente um detector de uso geral e os registros das colisões que ocorrem em seu interior são utilizados para estudar os mais variados problemas ainda sem respostas no campo da Física das Partículas como, por exemplo, a existência do Bóson de Higgs.

Agora, imaginem essa cena: você está em Parnamirim, município do Rio Grande do Norte (RN), que faz parte da Grande Natal (capital

do RN), bastante influente durante a Segunda Guerra Mundial por ter uma base aérea que serviu de apoio aos Aliados, e de repente você estabelece comunicação com o CERN por videoconferência e seus alunos podem interagir com pesquisadores do Experimento ATLAS que estão lá na Suíça e mais, em língua portuguesa. Este relato poderia parecer ficção científica até bem pouco tempo atrás, mas os avanços tecnológicos de equipamentos de *hardwares* e *softwares* já proporcionam este tipo de comunicação de forma relativamente simples, bastando um bom computador, uma *webcam* e uma boa conexão com a internet. O fato de ter citado Parnamirim, no RN, foi apenas pontual e poderíamos ter citado outros exemplos bem-sucedidos, como os que aconteceram nas cidades de Natal/RN, Iguatu/CE, Salvador/BA, São Paulo/SP, dentre outros.

O Experimento ATLAS tem realizado um trabalho pioneiro em torno da divulgação científica e, por que não falar, da inclusão científica da população em geral em torno dos temas e problemas científicos que envolvem a pesquisa em Física de Partículas. Desde 2011 o Experimento ATLAS tem contribuído para a popularização de suas pesquisas e do LHC em geral, através das chamadas “Visitas Virtuais ao Experimento ATLAS”. As Visitas Virtuais ao Experimento ATLAS se constituem na comunicação que se estabelece entre o centro de controle do experimento e alguma cidade ao redor do mundo que tenha agendado uma visita. A conexão ocorre por meio da internet por um *link* dedicado exclusivamente à visita e pode ser realizada por sistemas profissionais de videoconferência ou por meio de um computador com *webcam* e com acesso à internet de banda larga que permita uma boa conexão. Durante a visita virtual, os participantes podem interagir e fazer os mais variados tipos de questionamentos para os pesquisadores do ATLAS como, por exemplo, obter explicações sobre o funcionamento do LHC, explicações sobre os instrumentos de detecção utilizados no ATLAS, observar imagens de câmeras espalhadas pela sala de controle e pelo detector, dentre outros. Toda visita virtual ao Experimento ATLAS pode ser acompanhada ao vivo em qualquer parte do mundo pela internet no momento em que ela está ocorrendo. Todo o processo é gravado e disponibilizado depois de alguns dias numa página dedicada exclusivamente às Visitas Virtuais ao Experimento ATLAS (Foto 1).

O que chama atenção neste tipo de abordagem adotada pelo ATLAS para divulgar o conhecimento científico é a preocupação em aproximar do grande público o desenvolvimento científico de fronteira, permitindo que um cidadão comum em qualquer lugar do mundo, que



**Foto 1:** Imagem do Portal ATLAS LIVE com a Visita Virtual que ocorreu no IFRN Campus Natal Central. O link ficou aberto ao vivo durante a Visita Virtual para todo o planeta. (Link: <<http://atlas-live-virtual-visit.web.cern.ch/atlas-live-virtual-visit/2012/Natal-2012.html>>).

disponha de internet, possa ter o direito à informação sobre os avanços mais recentes em Física de Partículas e que também estabeleça um canal de comunicação muito próximo com os pesquisadores envolvidos neste grande empreendimento científico.

## A Escola de Física CERN e o contato com o Experimento ATLAS

O CERN mantém diversos programas educacionais para atender pesquisadores e professores de diversos países da Europa. A Escola de Física é um dos maiores programas patrocinados pelo CERN e destina-se a professores de Física que atuam no Ensino Médio. A Escola de Física CERN é um curso de curta duração, geralmente uma semana, realizada no idioma dos participantes e com uma programação bem diversificada. Dentre as várias atividades realizadas durante a Escola de Física CERN podemos citar, por exemplo: palestras sobre temas de Física Moderna e Contemporânea, visitas às instalações do CERN e a museus temáticos, oficinas de Física com foco em Física de Partículas e atividade culturais. A Escola de Física em Língua Portuguesa já é realizada desde 2007 e, inicialmente, teve por objetivo atender professores de Portugal. No ano de 2009, professores brasileiros iniciaram sua participação nessa

Escola, resultado da cooperação entre pesquisadores do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), diretores da Sociedade Brasileira de Física e pesquisadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No Brasil, a Escola de Física CERN é fomentada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e organizada pela Secretaria para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física.

No ano de 2012, fomos selecionados para participar da Escola de Física CERN (CERN Portuguese Language Teachers Programme 2012/ Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa) na Suíça, um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Física e que contou com o apoio financeiro da CAPES. Durante os preparativos para a viagem à Suíça para participar da Escola de Física CERN, uma de nossas preocupações foi pensar de que forma poderíamos aproveitar a oportunidade de estar no CERN e fazer divulgação científica para jovens estudantes sobre Física de Partículas e sobre o LHC. Durante o desenvolvimento da Escola de Física na Suíça, além de termos visitado as instalações da Central de Controle do Experimento ATLAS (Foto 2), tivemos um breve contato com o Dr. Denis Damazio, pesquisador brasileiro que lá trabalhava e que fez um relato sobre o que era a Visita Virtual do Experimento ATLAS e como poderíamos agendar uma ao retornarmos ao Brasil. Na condição de professores, rapidamente imaginamos as potencialidades didáticas possibilitadas por este tipo de interação para a aquisição de conhecimento de nossos alunos e do público em geral.



**Foto 2:** Sala do Centro de Controle do Experimento ATLAS (acervo pessoal).

De volta ao Brasil, decidimos aproveitar todo o conhecimento e experiências adquiridos durante o curso realizado no CERN para fazer divulgação científica e atrair e motivar nossos estudantes para a carreira científica, tendo como tema central o LHC e a Física de Partículas. Entramos em contato com o pesquisador Denis Damazio e, após o contato, agendamos a nossa primeira visita virtual ao Experimento Atlas. Tivemos então a ideia de realizar antes da visita virtual ao ATLAS uma palestra sobre o funcionamento do LHC e sobre a Física de Partículas. Surgiu então a ideia da videoconferência denominada “O Universo das Partículas – Desvendando o LHC e o detector ATLAS”, que foi dividida em dois momentos: o primeiro com uma palestra introdutória sobre o funcionamento do LHC e uma breve introdução sobre a estrutura mais elementar da matéria, e o segundo, que foi totalmente dedicado à visita virtual ao Experimento ATLAS.

## **A colaboração do Experimento ATLAS na divulgação científica em Física de Partículas no Rio Grande do Norte**

A nossa primeira Visita Virtual ao Experimento ATLAS ocorreu no Auditório Central do IFRN, Campus Natal-Central, e surpreendeu toda a instituição, tanto pela presença maciça dos estudantes e servidores (Foto 3), que lotaram o Auditório, como pela participação ativa de vários alunos na interação direta com os pesquisadores do CERN participantes do evento.

A partir do grande sucesso dessa videoconferência em colaboração com o Experimento ATLAS, decidimos submeter um projeto de divulgação científica à maior feira de Ciências do Estado do Rio Grande do Norte, a CIENTEC (Feira de Ciência e Tecnologia da UFRN), na categoria estande, e o mesmo foi aprovado. O objetivo do estande, denominado “O Universo das Partículas”, era basicamente colocar o grande público em contato com as pesquisas contemporâneas em Física de Partículas e levá-lo a refletir um pouco mais sobre Ciência. Com o apoio institucional do PIBID-IFRN, envolvemos vários alunos da graduação em Licenciatura em Física do IFRN para nos auxiliar na montagem do estande e durante a realização do evento. Montamos um estande com forte apelo visual, onde era possível encontrar *banners* sobre os principais experimentos que faziam parte do LHC e também distribuimos folhetos de divulgação



**Foto 3:** Videoconferência “O Universo das Partículas – Desvendando o LHC e o Detector ATLAS”, realizada no IFRN em 2012 - Campus Natal-Central (acervo pessoal).

sobre a Escola de Física CERN e sobre o detector ATLAS. Com o apoio da equipe de divulgação do experimento ATLAS, também foi possível fazer uma entrevista por videoconferência entre um de seus pesquisadores para a agência de notícias que cobria o evento na ocasião. Ao pensarmos neste projeto de divulgação, não tínhamos ideia da aceitação do público que iria participar do evento, mas, para a nossa surpresa, o estande foi um grande sucesso de crítica e público (Foto 4). Pudemos comprovar que as ideias em torno da Física de Partículas despertam o interesse e a curiosidade das pessoas dos mais variados níveis de escolaridade.

Ainda colhendo os frutos da primeira videoconferência realizada no IFRN - Campus Natal-Central, surgiram convites para que pudessemos promover outras nas mais variadas instituições de Ensino. Realizamos então a nossa segunda videoconferência “O Universo das Partículas – Desvendando o LHC e o Detector ATLAS” em outro Campus do IFRN, localizado no município de Parnamirim. Novamente contamos com a colaboração do Experimento ATLAS para realizar a visita virtual e fomos atendidos. Nesta segunda videoconferência, assim como na primeira, também houve uma presença maciça dos estudantes e uma participação bem ativa durante a visita virtual (Foto 5).

O Experimento ATLAS realizou até o início de 2013 cerca de 10 visitas virtuais no território brasileiro, um número ainda muito pequeno, dadas as dimensões continentais de nosso país, mas que pouco



**Foto 4:** Estande “O Universo das Partículas”, montado no maior evento científico anual do RN, a CIENTEC (acervo pessoal).



**Foto 5:** Videoconferência “O Universo das Partículas – Desvendando o LHC e o Detector ATLAS”, no IFRN - Campus Parnamirim (acervo pessoal).

a pouco vai aumentando, na medida em que os professores perceberem o potencial didático do uso dessas videoconferências como uma importante ferramenta de aprendizagem e de inclusão científica para seus estudantes. Outro fator que contribui para o pequeno número de visitas virtuais ao Experimento ATLAS no território brasileiro ainda é a falta de

informação de professores de Física e de Ciências em geral sobre esta forma de interação do Experimento ATLAS com o público.

O Experimento ATLAS, com suas visitas virtuais, tem contribuído para disseminar o conhecimento científico em torno da Física de Partículas para o público leigo em geral, permitindo uma aproximação entre pesquisadores e pessoas comuns, contribuindo, desta forma, para sua inclusão científica a respeito dos grandes problemas da Física Contemporânea.

## Referências

MOREIRA, Ildeu de Castro. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 11-16, abr./set. 2006.

### Sites visitados

<<http://atlas.ch/>>

<<http://atlas-live-virtual-visit.web.cern.ch/atlas-live-virtual-visit/>>

<<http://home.web.cern.ch/>>

<<http://www.sbfisica.org.br>>

<<http://www.sbfisica.org.br/v1/escolacern/>>

<<https://www.facebook.com/MagoDaFisicaCERN>>

Visita Virtual ao Experimento ATLAS – IFRN Campus Natal Central - Natal/RN: <<http://atlas-live-virtual-visit.web.cern.ch/atlas-live-virtual-visit/2012/Natal-2012.html>>.

Visita Virtual ao Experimento ATLAS – IFRN Campus Parnamirim/RN: <<http://atlas-live-virtual-visit.web.cern.ch/atlas-live-virtual-visit/2013/Parnamirim-2013.html>>.

### Links para visualização de fotos

Estande “O Universo das Partículas” na CIENTEC/UFRN: <<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.166672830139653.39853.125810350892568&type=3>>.

Visita Virtual ao Experimento ATLAS – IFRN Campus Natal-Central: <<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.164705977003005.39207.125810350892568&type=3>>.

Visita Virtual ao Experimento ATLAS – IFRN Campus Parnamirim: <<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.225771054229830.1073741825.125810350892568&type=3>>.

# VISITA AO CERN: FONTE DE INSPIRAÇÃO PARA SALA DE AULA

---

Amanda Vivian Medeiros de Souza\*  
Ana Paula Rebello\*  
Hudson Batista da Silva\*  
James Coleman Alves\*  
Lisiane Araujo Pinheiro\*

## Introdução

O presente artigo tem como objetivo trazer algumas contribuições de professores que participaram da Escola de Física CERN (Centro Europeu de Pesquisa Nuclear) edição 2013, por meio de uma reflexão sobre os conhecimentos científicos e culturais adquiridos na vivência. Para tanto, serão apresentados planos de aula e materiais de divulgação como fonte de inspiração aos professores que queiram desenvolver tópicos de Física, tanto Clássica como Moderna e Contemporânea, presentes no CERN, localizado em Genebra, Suíça.

## A importância da divulgação da Ciência

A criança possui um natural interesse pela Ciência. Esse interesse passa pelos diversos assuntos, desde a curiosidade de como as

---

\* Escola de Física CERN 2013.

nuvens se formam, por que as coisas caem, ao modo como as formigas se organizam, a vida dos dinossauros e até a compreensão de como veio ao mundo. Entretanto, essa curiosidade natural, em algum momento da vida escolar, deixa de ser tão instigante. Por que nossas crianças deixam de se interessar pela Ciência? Qual a contribuição do educador para que os alunos mantenham a curiosidade em desvendar os fenômenos da natureza? Como utilizar a Ciência e suas aplicabilidades para a aprendizagem significativa de nossos alunos? Tais questionamentos são parte importante na formação de qualquer professor da área. Manter a chama da curiosidade acesa nos nossos alunos é necessário e defendido por autores que divulgam a Alfabetização Científica e que a defendem como necessária para o progresso da Ciência.

Tornar a Ciência e suas descobertas acessíveis ao público em geral, e em especial os alunos, torna possível a aprendizagem significativa de determinados conceitos, além de instigá-los a se tornarem possíveis cientistas. A divulgação da Ciência se faz necessária, é através dela que podemos modificar e restabelecer a quebra de paradigmas. É por meio da Ciência que a tecnologia se torna mais simples e útil para o nosso dia a dia. Não se tem progresso sem Ciências.

Em particular, no Ensino de Física tem-se defendido a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio como motivadora da contextualização e da interdisciplinaridade dos temas abordados, de modo que esses possam desenvolver competências e habilidades específicas de suas áreas de conhecimento, capacitando o estudante a atuar e viver em um mundo tecnológico, complexo e em permanente transformação. Entretanto, a sua inserção encontra barreiras a serem vencidas, tais como a falta de preparo de alguns professores ou ainda a complexidade do tema para os alunos de Ensino Médio. Em contrapartida, sabe-se que o estudo da Física Moderna e Contemporânea possibilita ao aluno estabelecer relações do seu cotidiano com a sala de aula, tornando assim uma aprendizagem mais significativa.

Os estudantes ouvem falar em temas como buracos negros e Big Bang na televisão ou em filmes de ficção científica, mas raramente nas aulas de Física. Ostermann e Moreira (2000) concluíram, num estudo sobre a introdução de dois tópicos de Física Moderna e Contemporânea (partículas elementares e supercondutividade) realizado com alunos da graduação em Física, nas aulas dessa disciplina em escolas públicas e particulares, que:

[...] É viável ensinar FMC no EM, tanto do ponto de vista do ensino de atitudes quanto de conceitos. É um engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais. A questão é como abordar tais tópicos [...] Se houve dificuldades de aprendizagem não foram muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdos da física clássica [...] Os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis (p. 11).

Outro aspecto importante trazido nos Parâmetros Curriculares Nacionais, com relação os objetivos de se ensinar Física para alunos do Ensino Médio, é que a Física Moderna e Contemporânea não aparece de forma explícita, mas vinculada aos conhecimentos desenvolvidos em relação à tecnologia.

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física, deve-se estimular perguntas, e não somente respostas, a situações idealizadas (BRASIL, 2008, p. 53).

Para que isso ocorra de forma efetiva, o ensino de Física deve ser organizado de forma que o estudante tenha contato com a linguagem própria da Física (conceitos e terminologias que são expressas por meio de gráficos, tabelas ou relações matemáticas). Concomitante a esta proposta, é importante apresentar ao estudante a Física como uma ciência viva, que se desenvolveu ao longo da história da humanidade, estando assim impregnada de contribuições culturais, sociais e econômicas. E estas contribuições podem ser identificadas no trabalho do CERN e de seus cientistas.

Diante disso, esse artigo traz algumas possibilidades para promover a aprendizagem significativa de alguns conceitos da Física, à luz dos conhecimentos adquiridos na Escola de Física CERN 2013.

## **Plano de curso anual: conhecendo o LHC**

A estrutura e os fenômenos científicos que envolvem o LHC servem de base para se estudar os conteúdos de Física com os alunos du-

rante todo o ano letivo. Em cada bimestre letivo, há uma proposta para se conhecer um tema diferente que se interligam entre si, propiciando ao fim uma aprendizagem significativa.

Eis a ideia proposta: levar o conhecimento de Física presente no LHC aos estudantes do Ensino Médio, por meio de um planejamento baseado na estrutura do Grande Colisor de Partículas (LHC).

## ***Planejamento de conteúdos***

### ***1. Tema: O próximo Big Bang***

- Vídeo: “O próximo Big Bang”, Canal History. Discussão, sistematização e registro do aprendizado sobre o vídeo;
- O que é o Big Bang: Modelos, história da Ciência, relação com a construção do LHC;
- O que há no espaço? Introdução a conteúdos de Astrofísica/Astronomia: buracos negros, matéria escura, composição do Sistema Solar, Via Láctea;
- Galileu Galilei: Biografia. Discussão após a coleta de informações sobre o tema;
- Instrumentos de observação do céu.

### ***2. Tema: A partícula nossa de cada dia***

- A profissão do físico Luiz Davidovich: conhecendo um físico de partículas por meio do texto “Física que comunica”, de Sofia Moutinho, Instituto Ciência Hoje/RJ;
- Partículas que constituem a matéria: o átomo e sua estrutura;
- Rutherford e o significado do átomo;
- A tabela periódica e os elementos químicos;
- Partículas que constituem o universo e a radiação;
- Reprodução do estado do início do universo: estado das partículas antes do Big Bang.

### ***3. Tema: Na velocidade da luz***

- Por que realizar um novo Big Bang?;
- A velocidade da luz;
- Biografia de Albert Einstein e sua contribuição para a nova Física;
- História da equação  $E = m \cdot c^2$ . Vídeo do canal Futura narrando fatos marcantes com a atuação de personagens ex-

plicando como surgiu a famosa equação da energia relativística;

- Como acelerar as partículas na velocidade da luz? O papel do campo magnético no maior experimento do mundo;
- O campo magnético e a corrente elétrica.

#### **4. Tema: Confeccionando um acelerador de partículas**

- Conhecendo a arquitetura do LHC: Atlas, CMS, Alice, LHCb;
- Escolha de materiais para a confecção de um acelerador de partículas;
- Montagem do experimento;
- Apresentação dos resultados e sistematização das ideias obtidas;
- Mostra de trabalhos;
- Autoavaliação.

A autoavaliação pode ser realizada ao fim de cada tema de conteúdos, ou seja, ao término de cada bimestre letivo, bem como ao fim do ano é fundamental perguntar aos estudantes o que eles aprenderam diante dos assuntos e experimentos estudados. Por meio desse instrumento de avaliação, podem expressar também as dificuldades e facilidades.

Ressaltamos que é possível haver troca de conteúdos ao longo do ano, pois o plano de curso é um instrumento flexível. Do mesmo modo, podem-se inserir assuntos de mais ênfase em concursos como Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que também estejam presentes na linha de conhecimentos da Física do LHC, como calor, energia, dentre outros.

## **Subsídios para um plano de aula de um curso de Física Básica**

Para além dos conhecimentos científicos e culturais, certamente adquiridos durante a participação na Escola de Física do CERN, são inegáveis as reflexões de cunho didático-pedagógico despertadas, ainda durante a mesma, nos professores participantes. Nas oportunidades de partilha de ideias, de leituras e/ou interpretações destas, muitas ideias surgiam, com potencial para se tornar um incremento educativo de

nosso trabalho de educadores. Em meio a tanta fertilidade intelectual, deve-se pensar também que boa parte dos currículos de Física encontra-se ainda centrada na Física Clássica. Desta forma, além da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no currículo da disciplina de Física, como já foi sugerido, é possível agregar estes conhecimentos aos de Física Clássica já desenvolvidos nas escolas.

O presente texto propõe uma abordagem de dois desses tópicos de uma maneira que incluam, mas não os substituam, alguns conhecimentos sobre o LHC e sobre o funcionamento de seus principais detectores. Pressupõe-se que, ao experimentar essa proposta, o professor de Física faça as adaptações necessárias em sua sequência de ensino e aprendizagem, acrescentando ou suprimindo os aspectos que julgar pertinentes, porém sempre buscando uma aprendizagem significativa dos tópicos para os alunos.

Aprendizagem significativa é, obviamente, aprendizagem com significado [...] a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende (MOREIRA, 2003, p. 2).

Como ponto de partida, propõe-se a introdução de duas ideias que, de modo simplificado, são complementares: a primeira pode ser ilustrada com a reprodução do experimento de Oersted e diz que uma corrente elétrica produz campo magnético; a segunda diz que a variação do fluxo magnético produz uma corrente elétrica e é conhecida como Lei da Indução Eletromagnética de Faraday. Corroborando o caráter moderno da proposta, o professor deve reduzir as diferenças entre esses fenômenos a uma diferença de referencial adotado e “plantar” o primeiro postulado da relatividade especial, as leis da física devem ser as mesmas para observadores em diferentes referências inerciais.

Enquanto apresenta as equações para o cálculo do campo magnético em diferentes “desenhos” de um mesmo condutor, é importante envolver os alunos em reflexões, propondo-lhes perguntas desafiadoras. A intenção dessa estratégia é introduzir as diferentes situações em que se utilizam as equações para o cálculo do valor do campo magnético, como uma *necessidade* diante do desejo de se obter valores cada vez maiores para o mesmo. Dentro dessa perspectiva, pode-se, por exemplo,

realizar um ensaio simples para ilustrar a dependência da intensidade do campo magnético com a distância, aproximando um ímã de um prego e mostrando que é necessária uma distância mínima para que o prego seja atraído para junto do ímã. Esse ensaio certamente facilitará a “aceitação” da equação que fornece o valor do campo magnético gerado por um condutor retilíneo.

Na comparação entre as equações para o cálculo do valor do campo magnético gerado por um condutor retilíneo e o registrado no interior de uma espira circular, pode-se aproximar o valor de  $\pi$  (pi) para 3 e mostrar que o da espira é cerca de três vezes maior. É oportuno esclarecer também que, no caso da espira, estamos interessados no valor do campo no centro da mesma porque ali esse campo é máximo, mas que seria possível saber o campo em qualquer outro ponto, inclusive para casos de espiras de formatos quaisquer com ferramentas matemáticas mais sofisticadas.

Tanto no caso da espira quanto no caso do condutor retilíneo, assim como nos demais casos, devem-se enfatizar os limites do valor do campo magnético no que se refere a sua dependência com a intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor, visto que o mesmo apresenta uma resistência elétrica. As perdas devidas ao Efeito Joule acabam limitando a corrente que é possível percorrer qualquer condutor. Assim, chega-se também como uma necessidade à ideia de solenoide e, com a ideia de densidade de espiras, chegamos à ideia de bobina. Ao fazermos uma bobina fechar-se sobre si mesma, criamos uma configuração que acaba sendo suprimida em diversos materiais instrucionais, a Bobina Toroidal ou Toroide. Nessa estrutura, o campo magnético fica totalmente contido em seu interior, permitindo que se criem campos magnéticos em forma de anéis que, em outra escala, nos permitem pensar uma corrente elétrica interna a um solenoide magnético!

Ainda na perspectiva de refletir juntamente com os alunos o que mais se poderia fazer, para obtermos campos magnéticos ainda mais intensos, podemos induzi-los a pensar nas possibilidades de interferir na estrutura do condutor! Aí está um excelente gancho para introduzir a noção de supercondutor. Pode-se, nesse ponto, retomar os conceitos de condutor, isolante e propor o de semiconductor. Todos eles com enfoque na origem da resistividade dos materiais, a saber, as colisões dos elétrons com as impurezas inerentes aos mesmos e aquelas ocasionadas pelos movimentos vibratórios dos átomos devidos à temperatura em que os mesmos se encontram. Essas vibrações seriam ínfimas, a baixíssimas

temperaturas, permitindo que correntes elétricas, numa situação dessas, circulem com maior facilidade. Nesse caso, quanto mais puro o material, menor seria sua resistência, até que, para um valor chamado de Temperatura Crítica, o material não mais oferece resistência à passagem de corrente elétrica. A ênfase na impureza constitui ótima oportunidade para se falar em um tipo de introdução intencional de impurezas, a dopagem. Esse processo é utilizado para obter, a partir da inserção, por exemplo, de fósforo em uma rede cristalina de silício, semicondutores do tipo N (negativos) ou de boro, no caso de semicondutores do tipo P (positivos).

Até este ponto, o aluno possui uma visão geral das relações entre campo magnético e corrente elétrica. E se aprendeu a defini-la como um fluxo ordenado de portadores de carga elétrica, definição esta mais adequada para abranger os íons, terá melhores condições de compreender que o campo magnético exerce força em partículas carregadas. Trata-se da força magnética e, utilizando-se as regras das mãos direita e esquerda para atribuir direção e sentido aos vetores campo magnético e força magnética, pode-se apresentar uma ideia central para o prosseguimento dos estudos: campos elétricos aceleram (alteram sua velocidade) partículas carregadas e campos magnéticos as desviam (alteram sua direção!). Agora estamos prontos para introduzir as explicações sobre o funcionamento do Larger Hadron Colider (LHC), o maior acelerador de partículas construído até o momento pelo homem!

O LHC é um exemplo de acelerador de partículas circular. Para aqueles que já tiveram contato com uma televisão com tubo de imagem, deve saber que ela consiste basicamente em um acelerador de partículas do tipo linear, que foi transformado em um produto comercial. Chamava-se, enquanto equipamento de pesquisa, tubo de raios catódicos, devendo-se o adjetivo ao fato de os tais raios saírem dos cátodos! Esses são os dois tipos básicos de aceleradores de partículas e sua utilização consiste em atirar partículas em alvos a fim de se estudar os efeitos dessas colisões. Os alvos podem ser fixos, como no caso da tela da televisão, do corpo humano, ou amostras de polímeros, para os aceleradores que já possuem aplicações em algum campo da atividade humana, ou outros feixes de partículas em sentido contrário, o que é mais comum nos aceleradores utilizados na pesquisa científica. O LHC é um acelerador utilizado na pesquisa científica que é capaz de acelerar prótons de modo que colidam a velocidades próximas à velocidade da luz.

Ao colidirem a velocidades tão altas, os prótons têm seus constituintes revelados, liberando toda a energia responsável por sua coesão

e criando no entorno, por um breve instante, uma densidade de energia compatível com a prevista para logo após o Big Bang. Nesse lapso de grande densidade de energia e ínfimo intervalo de tempo, cuja relação está sob os limites impostos pelo princípio da incerteza de Heisenberg, é que ocorrem os estudos sobre a origem dos constituintes básicos da matéria. Particularmente, no caso das colisões perfeitamente frontais, que são as mais energéticas, estudam-se atualmente as propriedades do Bóson de Higgs, partícula responsável pelo campo que, de acordo com as previsões teóricas do modelo padrão, é responsável pela origem da massa de todas as outras partículas.

Voltando às relações entre correntes elétricas e campos magnéticos, para que o LHC atinja os níveis energéticos desejados, precisa operar com supercondutores, já que as altas correntes necessárias aos propósitos energéticos do mesmo não seriam conseguidas em condutores convencionais. Isso requer muita engenharia, pois as baixas temperaturas necessárias para se obter e manter, nessas dimensões, o estado de supercondução, só são possíveis com a utilização do hélio líquido, em condições em que o mesmo se torne superfluido. Todo esse aparato científico e tecnológico desenvolvido gera novos equipamentos, novos processos e novas técnicas que acabam sendo transferidos a outros setores da atividade humana, tornando a pesquisa científica ali desenvolvida algo bem mais amplo que um fim em si mesma.

É importante ressaltar que as velocidades atingidas nos aceleradores de partículas geram efeitos relativísticos, resultando disso alguns problemas que devem ser resolvidos com conhecimentos pormenorizados de diversos conceitos de Física, tornando deveras complexo o funcionamento de um acelerador. Assim, nos atemos aos aspectos gerais, já que a intenção é mostrar aos alunos como os conceitos que formam as teorias físicas estão interligados a fim de dar um “corpo” a todo esse conhecimento. O quanto uma teoria é confiável depende da capacidade daqueles que a estudam de levantar hipóteses testáveis com as possibilidades tecnológicas disponíveis, sendo o Modelo Padrão o ápice de tais explicações e, portanto, nossa melhor teoria, até o momento, sobre o Universo.

## **As colisões e o LHC**

A função básica de um acelerador de partículas é acelerá-las e fazê-las colidir contra um alvo, seja ele fixo ou móvel. Sendo assim, po-

demos discuti-lo por meio do tema *colisões*, recorrente no Ensino Médio à Física de Partículas. A proposta é implementar o que já está consolidado, atualizando os temas com os novos desafios da ciência, por exemplo, tratar, teoricamente, colisões de partículas em altas energias.

Para começar, o que é uma colisão? Vamos responder esta pergunta pensando no nível subatômico, de partículas como prótons, que são do nosso interesse para a compreensão das colisões que ocorrem no LHC. A colisão, ou o *evento* segundo a Física de Partículas, é a interação de duas partículas onde há troca de momento linear e energia. Para a escala de tempo na qual estamos acostumados, uma colisão é extremamente rápida; levando em conta valores do LHC, entre duas colisões temos, aproximadamente, 25 nanossegundos.

Como organizador prévio, sugere-se discutir com os estudantes um exemplo de colisão com partículas de alta energia, que são relativamente comuns à população em geral, a formação das auroras boreal e austral. Partículas carregadas eletricamente, que compõem o vento solar, são aceleradas ao interagirem com o campo magnético terrestre. Ao colidirem com as partículas que compõem a atmosfera terrestre, elas recebem energia. Mas este excesso de energia deve ser perdido e, para isso, essas partículas emitem luz, e então temos a formação das auroras.

Nas colisões de partículas em altas energias podemos ter a criação ou a aniquilação de partículas. Se as partículas que participam do processo são as mesmas antes e depois da colisão, este evento é chamado de colisão elástica. E ao discutirmos sobre leis de conservação na perspectiva de colisões em altas energias, devemos falar na conservação do momento. Pois quando as partículas são aceleradas, os aceleradores, como o LHC, aumentam o momento das partículas. Se quisermos e pudermos ser mais precisos, podemos explicar que toda partícula se comporta como uma onda e que ao ser acelerada aumentamos o seu momento, diminuindo o seu comprimento de onda, assim as partículas funcionam como sondas nos átomos. Ao longo de toda a discussão, temos a oportunidade de implementar temas relacionados com a Física Quântica. Cabe ao professor analisar se um aprofundamento maior nas discussões é viável ou não.

Os experimentos ATLAS (*A Toroidal LHC Apparatus*) e CMS (*Compact Muon Solenoid*), no CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), usam informações como momento e energia para caracterizar as partículas que são criadas nas colisões entre prótons ou entre íons pesados.

No LHC (*Large Hadron Collider*) dois feixes de partículas são posicionados para colidirem em um ou mais detectores presentes no experimento. Isso é muito vantajoso em termos de energia, pois os dois feixes contribuem com uma grande quantidade de energia cinética. No LHC as partículas viajam próximas à velocidade da luz (99,9999991% da velocidade da luz, na colisão) e, assim, é fácil concluir que existe muita energia envolvida neste processo. E esta grande quantidade de energia propicia a produção de partículas de maior massa. Como estamos lidando com partículas com grandes momentos, elas têm comprimentos de onda muito pequenos, o que faz delas excelentes instrumentos de pesquisa.

Depois de aceleradas a uma energia suficiente, as partículas colidem. O objetivo do estudo dos físicos é isolar cada evento, coletar dados e testar se o processo pelo qual cada partícula participou está de acordo com a teoria que está sendo testada.

Para compreendermos estas colisões, o principal princípio físico presente deve ser a conservação do momento, pois o momento total permanece inalterado em qualquer colisão, não importando o ângulo de colisão entre os objetos envolvidos. Essa lei teve muita utilidade aos físicos de partículas, pois, ao longo dos anos, foi possível aprender sobre as colisões sem a necessidade de conhecermos com detalhes as forças de interação que agem nas partículas envolvidas. Aplicando a conservação do momento e da energia às colisões de partículas subatômicas, como o próton, por exemplo, podemos calcular suas massas. Para isso, medem-se a energia e o momento antes e depois da colisão.

A análise de um evento, seja em uma câmara de nuvens ou em um dos detectores presentes no LHC, inicia-se na análise do rastro deixado pela partícula. Considerando, de uma maneira geral, detectores presentes no LHC, como o CMS e o ATLAS, por exemplo, ambos são formados por diferentes camadas que apresentam funções complementares; assim, no CMS sua primeira camada detectora, composta por um semicondutor de silício, é responsável pela medida do momento e da trajetória das partículas. As próximas camadas são formadas, respectivamente, pelos calorímetros eletromagnético e hadrônico, que medem a energia das partículas incidentes. Até o momento é possível discutirmos também a interação das partículas formadas no evento com a matéria que forma os detectores. Após os calorímetros, temos o solenoide supercondutor do CMS, que, devido às suas características, também propicia mais discussões referentes a temas atuais da Física, como, por exemplo, a Criogenia e a Supercondutividade. Ambos os temas podem andar em

perfeita sintonia com um tema muito bem estabelecido nos currículos de Física, o Eletromagnetismo. O último detector presente no CMS é o detector de múons, que, assim como os demais, mede o momento destas partículas. Neutrinos não são medidos diretamente em nenhuma das camadas do detector, no entanto, é possível determinar sua presença no evento somando o momento de todas as partículas presentes no evento e atribuindo aos neutrinos o momento que falta.

Até o momento é possível verificar que o tema colisões parece ter ficado para trás no montante de informações discutidas. Mas isso não é verdade, pois o que estamos acostumados a fazer no Ensino Médio é retirar grande parte das informações que fazem parte de um processo. Por exemplo, falamos na queda livre e os problemas quase sempre citam: “desconsidere a resistência do ar”. É claro que para a maioria das situações esse tipo de simplificação é fundamental, no entanto, de vez em quando, é bom apresentar um problema em que temos muitas variáveis. E talvez na discussão sobre temas tão atuais esta seja a melhor escolha. Não apenas por apresentar uma Física mais rica ao estudante, mas por apresentar uma Física verdadeira. Em um ensino que leva em conta a verdade na construção do conhecimento científico feito pela humanidade, seus avanços, retrocessos, tempos de espera (como agora para o LHC), podem mostrar ao estudante o quanto isso é complicado, mas, ao mesmo tempo, fascinante. Esta foi uma das falas do Dr. Mick Storr, coordenador das escolas de Física do CERN. Somos professores, somos nós que temos o poder de inspirar os nossos alunos, não só pelo nosso conhecimento, mas também pelo nosso entusiasmo pelo conhecimento. Talvez esta inspiração leve alguns dos nossos alunos a seguirem carreiras científicas no futuro. Mas tudo isso deve ser feito com honestidade, facilitando o acesso do aluno ao conhecimento.

## **Divulgando a escola de Física CERN aos alunos de escolas públicas**

Ildeu de Castro Moreira (2008) ressalta a necessidade de se introduzir melhorias no ensino de disciplinas da Área de Ciências, para que se torne mais interessante e próximo ao cotidiano das pessoas. “Nós temos que ensinar a ler, contar e... experimentar! Inovar! Fazer coisas novas. E isso começa na escola. A atividade do professor é fundamental nesse sentido”. O CERN valoriza a sua interação com os alunos e educadores.

A série de programas educacionais, visitas guiadas e cursos de verão está disponível para alunos e professores para ajudá-los a aprender mais sobre o CERN, Física de Partículas e também sobre o nosso lugar no universo.

Diante da premissa da divulgação e popularização da ciência, os professores participantes da Escola de Física CERN 2013 voltaram para o Brasil com a bagagem recheada de conhecimento científico e com o objetivo de compartilhar de diversos modos. Uma das maneiras escolhidas é divulgar o conhecimento sobre o Centro Europeu de Pesquisa Nuclear nas escolas públicas da cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, e da cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Tal iniciativa estará possibilitando aos educandos uma maior aproximação dos conhecimentos adquiridos na Escola CERN 2013.

O Large Hadron Collider (LHC), grande colisor de partículas, é o maior e mais poderoso acelerador de partículas do mundo. Consiste de um anel de 27 km de magnetos supercondutores com uma série de estruturas de aceleração para aumentar a energia das partículas ao longo do caminho. Os experimentos são realizados a 100 metros de profundidade, ou seja, abaixo do solo, onde não há contato com a radiação solar e de outros tipos de partículas. Com todo esse conhecimento científico contido no LHC foi possível criar um planejamento anual de conteúdos voltados para aprender Física na escola por meio de temas centrais distribuídos em blocos de aulas. De imediato, estão sendo realizados também seminários em escolas públicas de Natal, Porto Alegre, e em cidades do interior do Estado do Rio Grande do Norte com o objetivo de divulgar a Escola de Física CERN. Em consequência dessa divulgação foi produzido, para os alunos do Rio Grande do Norte, um panfleto com informações para distribuição aos participantes do seminário.

## **Difundindo conhecimento nas escolas públicas de Natal-RN e Porto Alegre-RS.**

Ao retornar da Escola de Física CERN, foi iniciado um trabalho de divulgação em escolas públicas de Natal e interior do Estado do Rio Grande do Norte.

Eis alguns resultados:

- Escola Estadual Professora Zila Mamede

Escola da rede pública estadual localizada no Bairro Pajuçara, região Norte da capital potiguar. Nos dias 20 e 25 de setembro de 2013,

houve a realização de seminários em duas turmas de 3ª série e uma turma de 1ª série do Ensino Médio. Participaram do evento 33 alunos da 3ª série, 30 alunos da 1ª série, a coordenadora pedagógica e a diretora.

- Escola Estadual Professor Ulisses de Góis

Escola da rede pública estadual localizada no Bairro Ribeira, região Leste da capital potiguar. No dia 26 de setembro de 2013, houve a realização de seminário em turmas de Ensino Médio e uma turma de 9ª série do Ensino Fundamental. Participaram do evento 80 estudantes, professores de outras disciplinas, supervisora pedagógica, bolsistas do PIBID-Física da UFRN e ex-alunos da escola. Um dos ex-alunos hoje é estudante do curso de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

- Escola Estadual Edgar Barbosa

Escola da rede pública estadual localizada no Bairro Lagoa Nova, região Sul da capital potiguar. No dia 2 de outubro, houve a realização de seminário em turmas do Ensino Médio. Participaram do evento 50 estudantes e dois professores do ensino médio, sendo um deles de Biologia e outro de Física. Dentre os estudantes da escola, três foram alunos da professora Amanda.

- Escola Estadual Professor Varela Barca

Escola da rede pública estadual localizada no Bairro Potengi, região Norte da capital potiguar. No dia 7 de outubro de 2013, realizou-se o seminário em duas turmas do Ensino Médio, 3ª e 2ª séries. Participaram do evento 50 estudantes e dois ex-alunos.

Já no Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, a divulgação ocorreu nas seguintes escolas:

- Escola Estadual de Ensino Médio Infante Dom Henrique.

A escola estadual está localizada na região sul da capital gaúcha. Entre os dias 16 a 20 de setembro de 2013 realizou-se o seminário com seis turmas de 1º ao 3º ano do Ensino Médio, totalizando 55 alunos.

- Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Anísio Teixeira

A escola municipal fica localizada na periferia de Porto Alegre. O seminário aconteceu nos dias 17 e 18 de setembro de 2013 e contou com a participação de 152 alunos de cinco turmas de 6º e 7º ano do Ensino Fundamental. Mesmo não tendo a disciplina específica de Física, os alunos têm aulas de robótica e houve um especial interesse sobre o funcionamento dos aceleradores.

- Escola Estadual de Ensino Médio Padre Reus

A escola localiza-se na região sul de Porto Alegre. Aproximadamente 120 alunos das turmas de 3º ano do turno da tarde, ano de 2013 participaram das discussões promovidas sobre Física de Partículas, o LHC e seus detectores.



(a)



(b)

Registros das divulgações na escola Padre na Escola Padre Reus (a), em Porto Alegre/RS e na Escola Estadual Zila Mamede (b), em Natal.  
Acervo: Lisiane Araujo Pinheiro (a) e Amanda Vivian Medeiros de Souza (b)

## Considerações finais

A divulgação científica ganhou nova atribuição devido ao processo de extrema especialização nos campos científicos: é necessário divulgar a ciência entre os próprios cientistas e técnicos, é preciso divulgá-la dentro e fora da escola. É preciso incentivo e estímulo por parte dos profissionais da educação, pois, em geral, é muito baixo o desempenho dos estudantes brasileiros em temas que envolvem ciências e matemáticas. O ensino de Ciências é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado. Curiosidade, experimentação e criatividade geralmente não são valorizadas.

Desta forma, este artigo teve como objetivo incentivar, instigar, provocar nos professores e conseqüentemente nos estudantes essa mudança de paradigma, modificando esses valores perdidos, buscando estimular neles o gosto da ciência. A consolidação de uma cultura voltada para a valorização da ciência é condição importante para a própria evolução do Brasil.

## Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2008.

CANAL FUTURA. **Gênios da Ciência**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=eZMUm53d6LY>>. Acesso em: out. 2013.

CANAL HISTORY. **O próximo Big Bang**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Wbm0i-7IJRo>>. Acesso em: out. 2013.

MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 4., Set. 2003. **Anais...** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>>. Acesso em: out. 2013.

MOREIRA, I. C. A divulgação da ciência e da tecnologia no Brasil. **Revista Online da Universidade de Minas Gerais**, ano 7, n. 13, fev. 2008. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/diversa/13/artigo4.html>>. Acesso em: maio 2013.

MOUTINHO, S. **Física que comunica**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2012/290/fisica-que-comunica>>. Acesso em: maio 2013.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Anais do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Florianópolis, 2000.

## REPLANEJAMENTO DE CURSO E SEU SENTIDO PÓS CERN

---

Danila Ribeiro\*

### Apresentação

**E**ste texto é uma continuação do texto “Planejamento de curso e seu sentido pré CERN”, também presente neste compêndio. No primeiro texto expus minha preocupação em repensar meu planejamento de ensino para meus alunos, após a notícia da seleção para a viagem ao CERN, em 2014. Naquele texto, descrevi o contexto de meu ambiente de trabalho por ocasião da viagem ao CERN e as ações desenvolvidas juntamente com minhas turmas de 3<sup>a</sup> série do Ensino Médio da Escola Estadual Prof. Andrônico de Mello (“Nicão”). Tais ações foram desenvolvidas com o intuito de refletirmos sobre que sentido pode ter na vida de um estudante de Ensino Médio estudar ciência, especificamente, conteúdos de Física Moderna.

Neste segundo texto descrevo as ações que desenvolvemos e alguns resultados que tivemos nas aulas após minha volta do CERN, em continuação aos planos propostos antes da viagem. Dessas aulas participaram dois estagiários e uma estagiária do Curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), que trabalharam comigo e meus alunos ao longo do semestre. Assim como fiz com os alunos, convidei-os a participarem da construção do curso, de modo que, juntos, elaboramos e dirigimos as aulas sobre os temas selecionados.

---

\* Escola de Física CERN 2014.

## **Ação 1: Dimensões do micro e macrocosmo**

Após a viagem, regi em cada turma uma aula começando com um vídeo. Levei os alunos para o auditório da escola e iniciei a aula dizendo que nós fomos para lá com o objetivo de ouvir música barroca! Selecionado da internet e editado por mim com um suave fundo musical proporcionado por Bach e Pachelbel, o vídeo traz uma sequência imagética com indicação de tamanho de vários elementos do mundo físico. Começando com esquemas da Teoria das Cordas e partículas de Planck, os alunos fizeram um passeio do micro ao macrocosmo, passando pelo átomo, óvulo humano, grão de pólen, animais, foguetes, grandes árvores, Monte Everest, até chegar a planetas, satélites, nebulosas, galáxias e desenhos esquemáticos de teorias sobre o universo, como a teoria do multiverso.

Antes de transmitir o vídeo, fiz uma breve introdução sobre a característica muito presente entre os adolescentes, que diz respeito ao seu apego excessivo ao aparelho celular durante as aulas e qualquer outra atividade cotidiana. Com uma explanação sobre a calma produzida pela música barroca, fiz um apelo para que eles deixassem os aparelhos longe de seu alcance, acalmassem os ânimos para se concentrarem e procurassem se desligar de quaisquer outros pensamentos e preocupações. Os esforços naquele momento deveriam ser de observar calma e atentamente as imagens e informações presentes no vídeo e refletir sobre elas.

Em uma das turmas, uma aluna teve uma iniciativa que me surpreendeu bastante. Sem pedir licença a mim, ela se levantou e começou a lançar imperativos para que os colegas entregassem a ela seus aparelhos celulares. Outra aluna a ajudou e elas colocaram os aparelhos num saco cheio de roupas que se encontrava no palco do auditório. Para mim foi muito divertido presenciar essa atitude e o apoio dos colegas. Os alunos permaneceram bastante introspectivos durante o vídeo e participaram bastante do diálogo.

Infelizmente esse vídeo não foi mais encontrado na internet, mas para dar ao leitor uma ideia da aplicação, indico o vídeo "*Escala del universe 1*", encontrado em <<https://www.youtube.com/watch?v=f5GFYcmFjCQ>>.

Os alunos teceram comentários sobre aspectos como a vastidão do universo, o limitado acesso da Ciência à diversidade do mundo físico, a possibilidade de vida em outros planetas ou dimensões, a relativa insignificância do homem diante do universo, a origem de tudo o que



Aparelhos celulares dos alunos colocados por eles longe de si antes do vídeo sobre o universo (acervo pessoal).

existe e a busca do homem pelo progresso da Ciência, por descobrir mais e mais. A cada comentário dos alunos eu fazia outro comentário e pedia que os alunos respondessem, concordassem ou refutassem os colegas, de modo que estabelecemos um interessante diálogo sobre a vastidão do mundo físico e o alcance da Ciência.

Especificamente sobre a Física de Partículas, citei uma frase que ouvi em uma das palestras no CERN, em que foi dito que a melhor forma que o homem encontrou para estudar a origem e o comportamento da matéria é provocando colisões de seus componentes.

Discutimos, ainda, como a ânsia do homem por conhecer suas origens, e saber mais sobre o mundo onde vive, permitiu os avanços tecnológicos que revolucionaram o mundo.

Contei para os alunos sobre como foi o primeiro momento em que troquei mensagens por meio de computadores em rede dentro de uma sala, em 1993, e meu primeiro acesso na internet, quando eu estava no Ensino Médio. Refletimos sobre a diferença entre minha geração e a deles, formada por sujeitos que já têm contato com aparelhos que usam a tecnologia sem fio antes mesmo de aprenderem a falar ou ler e escrever. Mencionei, ainda, a euforia causada numa plateia quando Steve Jobs demonstrou a capacidade do *wi-fi* de uma de suas máquinas.

Por fim, destaquei que a *World Wide Web* (WWW), tão presente na vida dos adolescentes hoje em dia, nos seus computadores de bolso conhecidos como *smart phones*, foi uma demanda das pesquisas em Física básica, com desenvolvimento entre as décadas de 1980 e 1990. A partir daí, pouco tempo se passou até a internet alcançar a grande explosão comercial no fim do século XX e início do século XXI. Comentei sobre a emoção que nós, professores de Física que fomos ao CERN, sentimos ao visitar a sala onde foi criada a WWW.



No corredor da sala onde foi inventada a WWW, com a camiseta #NicaçãoNoCERN (acervo pessoal).

## Ação 2: Leitura sobre Relatividade e o Paradoxo dos Gêmeos

Antes das aulas programadas com os estagiários, propus aos alunos uma leitura no livro didático, em sala de aula, sobre a Teoria da Relatividade e o paradoxo dos gêmeos. No Nicão, a coleção usada é “Curso de Física”, de Máximo e Alvarenga (2011), e na terceira série no Ensino Médio, o volume 3. A leitura que pedi foi apenas das páginas 338 e 393 desse volume. Chamou minha atenção como as turmas ficaram em grande silêncio e concentração na leitura.

Como atividade norteadora da leitura, propus aos alunos que fizessem a leitura tentando encontrar respostas para as seguintes questões, a serem entregues posteriormente:

### Leitura sobre Teoria da Relatividade Especial (TRE) de Einstein

- 1) No que consiste a TRE de Einstein?
- 2) Cite características de como você acha que seria o mundo se a TRE não fosse válida?
- 3) Escreva o que você entendeu do paradoxo dos gêmeos.

A atividade sobre a nova visão de mundo proporcionada pela Teoria da Relatividade rendeu muito nas aulas seguintes e conversas

“de corredor”... Surgiram questões de natureza existencial, como: “Se a Relatividade muda a concepção de espaço e tempo, muda também a concepção de vida e a própria vida?”. Para dar uma ideia dos resultados, apresento a seguir as respostas de alguns alunos, identificados por nomes fictícios.

### ***Questão 1: No que consiste a TRE de Einstein?***

Consiste na afirmação de que se dois sistemas se movem de modo uniforme em relação um ao outro, é impossível determinar algo sobre seu movimento, a não ser que ele é relativo. Isto ocorre pois a velocidade da luz no vácuo é constante, independentemente da velocidade de sua fonte ou de quem observa. (Vanessa)

A TRE é baseada em referenciais, ou seja, pontos de vista. De acordo com ela, todos os fatos acontecem simultaneamente, a diferença está no referencial, pois quem está em inércia não terá a mesma “percepção” de quem sofreu uma aceleração.

Um exemplo seria se um ônibus passasse por um poste a uma velocidade hipotética de 50 km/h, para as pessoas de dentro do ônibus, elas demorariam menos de 5s para passar por ele; agora se uma pessoa caminhando passa pelo mesmo poste, como seu referencial e sua velocidade serão diferentes, ela pode demorar mais de 10s para passar por aquele poste que o ônibus passou em 2s.

Com isso, a relatividade diz que o tempo não é absoluto, não é igual para todos. (Davi)

Ao que eu entendi (com algumas informações adicionais do *site* Brasil Escola), a TRE estuda os fenômenos em relação a referenciais inerciais. Como no livro a explicação é muito complexa, vou simplificar com este exemplo:

Se eu impulsionar magicamente ( $\setminus o /$ ) uma flecha, quanto maior sua velocidade, mais curta ela ficará. Ou seja, se esta flecha se mover a 98% da velocidade da luz, eu a enxergaria 80% mais curta do que se o observasse parado. (Pedro)

### ***Questão 2: Cite características de como você acha que seria o mundo se a TRE não fosse válida?***

Se a TRE não fosse válida, as coisas envelheceriam mais rápido, pois a velocidade de propagação da luz não seria cons-

tante, então a cada aceleração dessa velocidade, ela chegaria com mais irradiação, matando e envelhecendo nossas células, a camada de  $O_3$  já teria sido completamente “extinta”, a temperatura do planeta já teria aumentado consideravelmente, não existiria fibra óptica, entre outras. (Moisés)

O mundo seria “apagado”, não existiria tecnologia, relógios, celulares, TVs, rádio, internet. Porque para que tudo isso funcionasse, nós precisaríamos da TRE, para que as ondas tivessem a velocidade suficiente. (Gisele)

Haveria apenas um tipo de percepção. (Jeremias)

### ***Questão 3: Escreva o que você entendeu do paradoxo dos gêmeos.***

Pra falar a verdade, não entendi muito bem na minha cabeça, apenas aceitei a ideia. Entendi que o tempo depende do espaço, já que duas pessoas que deveriam ter a mesma idade não têm por estarem em lugares diferentes. Ao estar no espaço, um dia teria muito mais tempo do que as míseras 24h que temos na Terra, então o irmão que se encontra na Terra faria aniversário antes que o outro, ficando mais velho. (Samara)

Sobre o paradoxo dos gêmeos, compreende-se que por conta da nave não ser inercial João é mais velho que José. Esse paradoxo comprova que a TRE só pode ser aplicada em referenciais inerciais e que se a TRE não fosse válida, este paradoxo não teria resposta. (Moisés)

Entendi que o que ocorre é que o tempo é “igual” para ambos, a diferença é que durante a viagem de José, no caso do exemplo do livro, o relógio demorou mais para passar as horas do que para o seu irmão, que ficou na Terra. Mas isso não quis dizer que José ficou mais novo que seu irmão, mas sim que a noção de tempo, foi diferente, pois o que mudou foi somente o referencial. (Davi)

Sobre o paradoxo dos gêmeos entendi que quando José saiu da Terra o tempo para ele demorou mais para passar do que para seu irmão João que ficou na Terra. Mas José não ficou mais novo que João, o relógio de José apenas andou mais devagar do que o do João. (Fernanda)

Basicamente o gêmeo que viajasse pelo espaço com a nave se desenvolveria mais lentamente que seu gêmeo na Terra (que tipo de BRUXARIA é essa?!). Este fenômeno ocorre pois, enquanto o gêmeo da nave está nela, o tempo dilata em relação à nave, ou seja, a cada segundo na nave pode-se ter passado semanas na Terra. Deste modo, parece que o gêmeo da nave envelheceu mais devagar. Entretanto, ambos viveriam a mesma quantidade de tempo. (Pedro)

### **Ação 3: Introdução ao tema “Tempo e a Física Moderna”**

Colocando em prática o planejamento feito com a participação dos estagiários, regemos uma aula sobre relações entre a Física de Partículas e a Relatividade. Em duas turmas a aula foi desenvolvida em duas aulas seguidas, com a junção das turmas.

#### ***Histórico sobre a Física de Partículas***

Proposta por um de meus estagiários, essa aula começou com uma referência a Faraday, que fez a área de Eletromagnetismo progredir por meio de trabalhos de ordem predominantemente experimental, sem tanta exploração teórica. Ele tinha uma característica fortemente pragmática, e recusou vários prêmios.

Na sequência de Faraday, apresentamos o trabalho de Maxwell, que se destacou pelo rigor teórico, tendo sintetizado em linguagem matemática, nas suas quatro leis, o trabalho de outros estudiosos, como Faraday. Mencionamos que, na história do Modelo Padrão das partículas, com exceção do múon, a teoria sempre veio antes da descoberta.

Citamos uma frase atribuída a Kelvin: “nada mais há para ser descoberto na Física; tudo que falta é apenas fazer medidas mais e mais precisas.” Enfatizamos que, se essa afirmação estivesse certa, hoje não teríamos aparelhos como o GPS, por exemplo.

Apresentamos também a única mulher da história que viria a ganhar dois prêmios Nobel. Segundo relato trazido por um dos estagiários, Marie Curie teria causado grande tensão na época por trabalhar num laboratório de pesquisas em Física, ambiente tipicamente masculino.

Por fim, falamos um pouco sobre Albert Einstein, destacando que na infância e adolescência ele teve muitas dificuldades escolares, mas que se destacou numa área do conhecimento humano considerada como muito difícil, tendo recebido vários prêmios.

## ***Paradoxo dos gêmeos***

Na sequência, o estagiário propôs que os alunos assistissem ao vídeo “60 Segundos de Aventuras no Pensamento - 5/6 - O Paradoxo dos Gêmeos”, que pode ser encontrado em <<https://www.youtube.com/watch?v=Jw6McOwxfs>>.

O vídeo consiste numa animação que conta uma história de dois irmãos gêmeos, Al e Bert, sendo um deles um astronauta que viaja para o espaço sideral a uma velocidade próxima da velocidade da luz. Cada irmão tem um relógio, que vê funcionar normalmente em relação a si mesmo. Quando o gêmeo astronauta volta à Terra, seu relógio está atrasado em relação ao relógio do irmão que ficou, estando este mais velho em relação ao irmão astronauta. Ao fim do vídeo, conclui-se que, para fenômenos que ocorrem a velocidades próximas à da luz, o tempo e o espaço não são absolutos. Na sequência, o debate girou em torno do paradoxo dos gêmeos.

Na discussão sobre onde está o paradoxo, foi explicado que os dois irmãos podem afirmar, segundo seu próprio referencial, que é para o outro que o tempo passa mais lentamente, e, portanto, o outro é que deve estar mais novo. Desse modo, os efeitos relativísticos são sempre atribuídos ao outro, então, por que o irmão astronauta é que, de fato, teria ficado mais novo?

Um dos raciocínios utilizados para resolução desse aparente paradoxo é que há uma quebra de simetria fundamental no problema: somente o irmão que ficou na Terra pode afirmar que esteve o tempo todo em um mesmo referencial inercial, a Terra. Enquanto isso, o irmão astronauta saiu da Terra, movendo-se à velocidade constante em relação ao primeiro referencial, trocando, portanto, de referencial. Em seguida, para voltar à Terra, ele mudou o sentido do movimento, alterando novamente o referencial inercial. Por fim, o astronauta volta ao referencial original, efetuando uma terceira mudança de referencial. Essa assimetria rompe com a argumentação de equivalência entre os gêmeos, isto é, de que, do ponto de vista do gêmeo astronauta, a Terra é que se move para longe ou para perto. Em suma, o gêmeo que nunca deixou a Terra permanece sempre em um mesmo referencial inercial, a própria Terra, enquanto que o irmão astronauta sai da Terra e volta, mudando seu referencial.

Fazendo-se a comparação do transcorrer do tempo segundo o referencial inercial da Terra – uma vez que é o ponto de despedida dos irmãos –, resolve-se o paradoxo concluindo-se que o irmão que ficou na

Terra é mais velho que o astronauta. O paradoxo também é resolvido matematicamente pela própria Teoria da Relatividade e pelo efeito Doppler.

Ao fim do vídeo, o estagiário afirmou que esse fenômeno consistiria numa espécie de viagem no tempo e mencionou o famoso experimento dos relógios atômicos nos aviões.

### ***Experimento Hafele-Keating e o tempo na Física de Partículas***

Em 1971, o físico Joseph Hafele e o astrônomo Richard Keating realizaram um experimento em que quatro relógios atômicos de césio foram colocados dentro de dois aviões que deram voltas ao redor da Terra. Ao mesmo tempo, foram deixados no Observatório Naval dos Estados Unidos outros relógios idênticos, sincronizados com aqueles que foram embarcados quando estavam em repouso. Após o retorno do avião, foram comparadas as medidas feitas pelos relógios: os que foram no avião estavam atrasados em cerca de centenas de nanossegundos em relação aos que ficaram. O experimento foi repetido em anos posteriores.

Como exemplo de um experimento desse tipo, cito o decaimento do múon, que confirma a existência da dilatação do tempo. É comprovado experimentalmente que, quando viajam à velocidade de mais de 99% da velocidade da luz, múons aumentam sua vida média em cerca de 2900% em relação a um múon estacionário.



Hafele e Keating em uma das aeronaves com dois dos relógios atômicos utilizados no experimento Hafele-Keating.  
(<[http://www.lightandmatter.com/article/hafele\\_keating.html](http://www.lightandmatter.com/article/hafele_keating.html)>).

Em outra turma, com a regência de uma estagiária, um aluno afirmou que a diferença na medição do tempo nesse tipo de experimento se deve às imprecisões e imperfeições no funcionamento dos relógios. Então discorremos sobre o funcionamento de relógios atômicos.

A partir de 1967, a definição internacional do tempo passou a se basear no relógio atômico de césio. Um segundo passaria a equivaler a 192.631.770 oscilações da frequência de ressonância desse elemento químico. A margem de erro desse relógio é de alguns segundos em milhões de anos, de modo que sua precisão é imensamente maior que a de um relógio comum, cuja margem de erro chega a um segundo por dia.

Após a explanação sobre relógios atômicos, a discussão com os alunos se concentrou nos efeitos relativísticos sobre os relógios e sobre o sistema biológico. A essa altura já era possível perceber que os alunos não conseguiam relacionar efeitos relativísticos a efeitos reais, como foi possível notar nas respostas dos alunos Davi, Fernanda e Pedro na questão 3 da atividade apresentada no tópico “Ação 2: Leitura sobre Relatividade e o Paradoxo dos Gêmeos”. Houve várias perguntas sobre mudanças biológicas que a dilatação do tempo causaria; alguns alunos não estavam associando o trabalho de um relógio às diferenças orgânicas reais que permitiriam afirmar que um irmão gêmeo estava mais velho que o outro.

Foi preciso explicar que o paradoxo dos gêmeos não é uma teoria sem aplicação, mas que a teoria da relatividade é confirmada experimentalmente, tendo que ser levada em consideração em estudos que trabalham com fenômenos que ocorrem com velocidades próximas à da luz, como os que ocorrem nos experimentos do CERN. Esclarecemos que o relógio do experimento se refere a um instrumento ou processo físico para registro da passagem do tempo, mas que a dilatação temporal afeta tudo, incluindo os processos biológicos, ou seja, a vida! De fato, é interessante observar as desconstruções mentais necessárias para se conceber o tempo como um conceito não absoluto, uma verdadeira mudança de concepção de mundo!

### ***Filosofando sobre o tempo***

Na última parte da aula, um de meus estagiários propôs que os alunos se dividissem em três grupos. Ele faria perguntas e o grupo que respondesse ganharia pontos. Se um grupo respondesse perguntas feitas por outro grupo, ganharia mais pontos. A ideia foi promover participação na forma de exposição de opiniões e contra-argumentação.

Foi transmitido o *trailer* do filme brasileiro “Homem no Futuro”, ficção científica e comédia romântica que conta a estória do físico João Zero, que dirige um projeto científico no Brasil, e ativa uma máquina inacabada que desenvolveu para prover energia sustentável para a humanidade. Surpreendentemente, a máquina abre uma ponte para o passado, levando-o até o ano de 1991. Ele volta ao presente alterado, e descobre que seu eu mais jovem usou seu conhecimento sobre o futuro para se tornar um empresário corrupto. Então decide voltar ao passado novamente e impedir-se de alterar o presente. Ele tenta evitar paradoxos do tempo causados pela existência de três versões de si mesmo.

Os alunos se divertiram com o *trailer* e iniciaram um debate sobre a irreversibilidade dos fenômenos do mundo físico. Ficaram impressionados quando se disse que certas leis fundamentais da Física não distinguem passado de futuro!

Nesse momento, um aluno citou o filme “O efeito borboleta” e perguntou ao estagiário se uma volta ao passado alteraria o futuro. Uma colega respondeu que sim e argumentou dizendo que muitas coisas que aconteceram em sua vida foram consequências de escolhas feitas por ela e seus pais, escolhas essas que a conduziram àquela escola.

Outro aluno disse que uma viagem no tempo não seria possível porque alteraria o “estado natural das coisas” e porque nunca foi feito. Então um dos estagiários disse que não é porque não há relato de que uma coisa nunca aconteceu que não pode acontecer. Na Ciência, se não há proibição, não há certeza, isto é, tudo que não é proibido é compulsório.

Quanto à possibilidade ou não de acontecer, uma aluna manifestou sua crença de que tudo que existe teria sido dado por um ser superior, pois o Universo é matemático e algo mais além disso, comportando perfeição, por isso o ser humano é limitado para entender. Outra colega disse que olhar para as estrelas é uma forma de viajar no tempo.

Ao fim da aula, vários alunos vieram até mim e até o estagiário para apresentar mais questões sobre o tempo, viagem no tempo e paradoxo dos gêmeos.

Em outras duas turmas, com uma aula para cada, a estagiária dirigiu um debate semelhante, sem o uso do vídeo do paradoxo dos gêmeos em uma das turmas. Ela lembrou a leitura que eles já deveriam ter feito sobre o assunto no livro didático, afirmando que o tempo não passa do mesmo jeito para quem viaja à velocidade da luz. Então fez

duas questões iniciais para que os alunos dessem o *start* na aula: O que é o tempo para mim?; O que é viajar no tempo? Nesta e em outra turma outras alunas também se reportaram ao filme “Efeito borboleta” e disseram que o homem alteraria os acontecimentos da vida se viajasse no tempo,

Chamou minha atenção o fato de eles se lembrarem de abordagens do tempo feitas em filmes. Então propus uma nova ação envolvendo cinema.

#### **Ação 4: “Sessão Pipoca” para casa – O tempo, a Física e a vida**

A ação foi proposta na forma de uma sequência de vídeos, anunciada como “Sessão Pipoca”, assim como nas ações antes da viagem. No 4º bimestre, com número muito reduzido de aulas devido a vários fatores institucionais, propus aos alunos que, no lugar da tradicional “prova” individual sem consulta, eles assistissem aos seguintes filmes:

- a) ***Déjà vu***: Trata-se de um filme policial com elementos de ficção científica, em que um agente policial investiga acontecimentos que levam a um atentado terrorista, usando um programa de inteligência chamado “Branca de Neve”, o qual permite que se olhe ao passado quatro dias antes. O agente descobre que o programa consiste numa espécie de “janela do tempo” que permite o envio de objetos ao passado. Então se dispõe como cobaia humana para uma viagem no tempo, como o objetivo de alterar o curso da história.
- b) ***The Butterfly Effect***: O filme, de ficção científica, é um suspense psicológico que marca a sensibilidade de um sistema em relação às condições iniciais, tal como a característica de sistemas caóticos tratada pela Teoria do Caos. No filme, um estudante universitário traumatizado descobre que é capaz de viajar no tempo e mudar o presente. Assim o faz, mas a cada alteração, causa futuros alternativos com consequências desastrosas para si e para os que estão ao seu redor.
- c) ***In Time***: Também de ficção científica, o filme retrata uma distopia em que o tempo vira moeda num mundo onde as

pessoas param de envelhecer aos 25 anos de idade. Um modelo alternativo de capitalismo se move pelo pagamento do trabalho em tempo; ao fim de um dia de trabalho, as pessoas recebem o pagamento em um relógio de pulso, que conta o tempo que ainda têm de vida. Quando esse relógio zera, a pessoa morre imediatamente.

- d) **Homem do Futuro:** O resumo sobre o enredo desse filme foi feito anteriormente neste texto, no tópico “Filosofando sobre o tempo”.
- e) **Gifted Hands:** Eu havia pedido que os alunos assistissem a esse filme já no início do 2º semestre. Então acrescentei na lista da “Sessão Pipoca” para quem ainda não houvesse assistido. Esse filme conta a história de um dos maiores neurocirurgiões da história, desde quando era um menino pobre que tinha baixo rendimento na escola, até se tornar o primeiro neurocirurgião da história a realizar uma operação de separação de gêmeos siameses ligados pela cabeça.

A “Sessão Pipoca” poderia ser feita no ritmo que os alunos quisessem, dentro de um prazo acordado. Em seguida, eles deveriam realizar em casa uma avaliação sobre a abordagem do conceito de tempo e da Física presente nos filmes, conforme as seguintes questões:

Avaliação de Física com Consulta para Casa

- 1) Marque os filmes indicados a que você assistiu:
  - a) (  ) Mãos talentosas
  - b) (  ) Déjà vu
  - c) (  ) In time
  - d) (  ) Efeito borboleta
  - e) (  ) Homem do futuro
- 2) Faça uma breve síntese (no máximo, dois parágrafos) de cada filme a que você assistiu.
- 3) Descreva como você entendeu que a concepção de tempo é utilizada nos filmes c), d) e e), e como ela permite uma concepção de vida diferentes da nossa. Houve mesmo diferenças? Quais?
- 4) Explique como foi possível a viagem no tempo presente no filme “Déjà vu”, relacionando a Relatividade e a curvatura do espaço-tempo.
- 5) Fale sobre o que mais lhe chamou atenção no filme “Mãos talentosas”, fazendo uma reflexão sobre a presença do conceito de tempo no filme.

Para exemplificar a natureza das reflexões e relações estabelecidas pelos alunos com base nos filmes, apresento a seguir trechos de algumas de suas respostas. Novamente, os autores das repostas são identificados por nomes fictícios.

***Questão 3) Descreva como você entendeu que a concepção de tempo é utilizada nos filmes c), d) e e), e como ela permite uma concepção de vida diferentes da nossa. Houve mesmo diferenças? Quais?***

O tempo é algo relativo. No “Déjà Vu” assim como no “Homem do Futuro” eles conseguiram “dobrar” o tempo, limitaram o espaço entre eles possibilitando mudanças presentes e/ou futuras, dependendo do observador (o próprio viajante). É interessante que no “Déjà vu” o personagem tinha um espaço limitado de viagem no tempo, era permitido/possível viajar em 96 h anteriores. No “Homem do Futuro” esse tempo-espaço era definido pelo viajante (como no “De volta para o futuro”). Já no “In time” tempo era vida, a relatividade estaria nas pessoas, em como usariam cada segundo de suas vidas, em cada escolha que fizessem. No “Interestelar”, por exemplo, perceberemos a relatividade conforme o paradoxo dos gêmeos; em outro planeta, cada hora equivaleria a 7 anos da Terra. Essas concepções nos transportam para outras formas de pensar em como o tempo seria relativo, não somente na ficção, mas no nosso próprio mundo, na nossa realidade. Para alguns, tempo é vida, para outros, tempo é dinheiro, talvez apenas uma quantidade que passa. É interessante analisar o que o tempo pode e acaba significando para cada pessoa, porque no final cada um utiliza o tempo da forma que quer ou como pode, mas será que existe uma forma certa para se utilizar o tempo sem que haja arrependimento? Será que estamos aproveitando cada segundo ou deixando que ele seja tomado de nós?

Por hora, a mensagem que o filme “In time” passa para mim em especial é valiosa, já que ainda não descobrimos como dobrar o espaço-tempo fazendo viagens ao passado, meditar em como utilizamos essa nossa vida baseada em tempo, com uma certa duração é vital para o ser humano e acaba sendo bem real. (Carol)

Em “In time”, o tempo é absoluto, pois se torna a essência de tudo, se torna o dinheiro e a vida, pelo qual sem ele, não é possível viver. Em “O homem do futuro” e “Efeito borboleta”, o tempo é algo maleável, de possível alteração, assim como

uma vertente da teoria do caos, em que qualquer modificação no passado pode alterar drasticamente o futuro. É fácil perceber a relação do “In time” com a nossa realidade, já que também vivemos em função do tempo, e tudo o que fazemos é para torná-lo mais agradável para nós. Apesar dos outros dois filmes trazerem uma concepção um tanto quanto “sobrenatural”, acredito que a nossa vida também está em função de nossas escolhas, e o que decidimos no presente determinará o que será do futuro. (Wilson)

Nos filmes é possível mexer no tempo, podendo voltar para consertar algo mal resolvido, mas sempre com cautela porque qualquer passo errado pode alterar grandes coisas; ele pode valer uma vida quando o mesmo acaba se tornando moeda. O tempo é nosso bem mais precioso, pois não podemos alterá-lo, não podemos voltar e impedir que algo aconteça e até mesmo pará-lo. Nossas vidas são marcadas pelo tempo, temos 86.400 segundos em um único dia para fazer tudo aquilo que nos convém sem poder voltar atrás. (César)

***Questão 4) Explique como foi possível a viagem no tempo presente no filme “Déjà vu”, relacionando a Relatividade e a curvatura do espaço-tempo.***

Foi possível por meio da “Branca de Neve” (time machine) a viagem no tempo o que gerou um paradoxo, pois ao voltar no tempo o protagonista (vou chamar de V1 o protagonista que voltou no tempo e V2 para o protagonista que já estava na linha do tempo para o qual foi retornado) V1 acaba morrendo na explosão, entretanto sua V2 permaneceu viva.

Portanto, “isto quer dizer que não é possível haver dois de uma mesma pessoa em uma linha de tempo?”, “E se assim for, porque o V2 não desapareceu igual ao V1?”. O protagonista estava vivo e morto no mesmo período de tempo. (Pedro)

A viagem no tempo acontece com uma interferência no espaço. O espaço tem a concepção de um plano reto, onde a velocidade da luz passa sempre em linha reta, sendo assim:

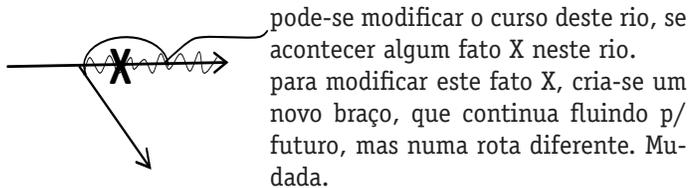
passado ←————→ futuro

Mas, se dobrarmos o espaço, é possível que voltemos ao passado através dessa realidade paralela que se forma. É como se existissem dois mundos paralelos, um onde está acontecendo o passado daqueles que já estão no futuro e vice-versa.

Se dobrarmos o espaço, aproximarmos os acontecimentos do passado e do futuro, o que é chamado de passagem tempo espaço.

Assim, enquanto os investigadores e cientistas observam a linha paralela que é o passado, conseguem mudar coisas no passado, que significa o presente deles, interferindo com a máquina que os transporta através de uma carga elétrica muito forte. Mas, acredito que até mesmo aquela volta ao passado estava nos planos de Deus e que nada acontece sem a intervenção d'Ele. INTERVENÇÃO DIVINA! (Gisele)

No filme o curso do acontecimento pode ser mudado através da Teoria da Ramificação do Universo, em que: a visão tradicional é linear como um rio, do passado para o futuro.



pode-se modificar o curso deste rio, se acontecer algum fato X neste rio. para modificar este fato X, cria-se um novo braço, que continua fluindo p/ futuro, mas numa rota diferente. Mudada.

Quando criamos o novo braço, ele vai continuar ali paralelo ao outro braço, mas é provável que ele deixe de existir, mudando o curso do futuro.

Daí, parte a discussão baseada na fé, filosofia e ciência das consequências da alteração de tempo, destino, intervenções divinas. Como por exemplo, a fala do grande vilão do filme, em que ele fala sobre as consequências de intervir no curso do tempo. (Daniella)

Pelo que entendi a viagem é possível através das pontes de Einstein-Rosen (buraco de minhoca), uma característica do espaço-tempo, um atalho através do tempo e do espaço, que é possível, pois o efeito gravitacional pode curvar o espaço e o tempo, assim sendo é possível ir para qualquer lugar no tempo e espaço. (Elton)

**Questão 5) Fale sobre o que mais lhe chamou atenção no filme “Mãos talentosas”, fazendo uma reflexão sobre a presença do conceito de tempo no filme.**

O que mais chamou a minha atenção no filme “Mãos talentosas” foi a capacidade de que o Bem teve de mudar seu futuro, pois apesar de não ter uma máquina ou algo do gênero para mudar o futuro ou viajar no tempo, ele conseguiu. Bem mu-

dou seu futuro porque percebeu que para ser alguém na vida, ter uma vida adequada no futuro, deveria mudar seus hábitos e costumes, deveria fazer por onde e assim se tornaria o neurologista brilhante que foi. (Lara)

O que mais me chamou atenção no filme “Mãos talentosas” foi algo que comentamos em aula, que tudo está determinado a partir de supostamente um destino gerado por um tempo absoluto, pois o filme, de certa forma, contraria essa ideia, pois o filme retrata Bem quando criança, sendo “incapaz” e com pouco “conteúdo”, e depois, a partir de uma escolha, de uma decisão feita por ele mesmo, com ajuda da mãe, que o mostrou o mundo dos livros e do conhecimento conseqüentemente, ele se tornou, simplesmente, um dos maiores neurocirurgiões do mundo, sendo completamente o oposto do que era esperado em seu passado. Ou seja, no filme o tempo não é tratado como algo absoluto, tendo tudo já determinado, mas sim, que suas escolhas que irão decidir seu futuro. (Davi)

Eu acho que o que mais me chamou atenção foi o modo como a mãe cuidava do Bem e seu irmão, a forma simples, mas que demonstrava amor, ensinando a eles serem pessoas de verdade, fazendo com que acreditassem que eram capazes.

No filme, a ideia de tempo está empregada na vida, no trabalho de Bem.

Fazer a cirurgia dos gêmeos era perigoso, desgastante, durando quase 24 h de cirurgia cansativa, mas que exigia minúcia, cuidado, para que as crianças continuassem vivas. Esse cuidado foi possível ao se lembrar da paciência de sua mãe, a forma como o tratava, nunca descreditando, mas sempre colocando fé em seus corações. Ao final do filme me questionei se o Bem seria o Bem se fosse criado por outra mulher. (Carol)

É incrível a grande mudança de Bem, a qual só foi possível graças a sua persistência para superar todos os impedimentos que apareciam em sua vida, até mesmo quando ele não se via capaz. Sua mãe foi a grande incentivadora para que ele não desistisse, mas visse que ele era o mediador de seu futuro.

Ao perceber que era ele quem decidiria qual seria eu futuro, tomou as escolhas determinantes para o seu sucesso. Bem não precisou viajar no tempo ou construir uma máquina, mas foi capaz de alterar o seu futuro. Ele não aceitou que o seu destino estava determinado pelas suas condições sociais, não se tornou mais uma vítima do preconceito, da pobreza e da opressão social. (Wilson)

## **Ação 5: Últimas considerações sobre o tempo**

Na última aula regida pelos estagiários foi feito um apanhado de dúvidas e últimos esclarecimentos sobre o conceito de tempo na Física Moderna e como ele é importante para a Física de Partículas. Um dos estagiários enfatizou que a dilatação do tempo é válida para partículas subatômicas, uma vez que as mesmas são aceleradas até atingirem velocidades próximas à da luz em pesquisas de Física de altas energias.

O outro estagiário propôs aos alunos o seguinte exercício mental: imaginar alguém que tenha nascido dentro de um trem em movimento ininterrupto, sem nunca ter saído de lá; como seria a visão de mundo dessa pessoa? Foi retomada a ideia de que só se pode falar sobre movimento sob a perspectiva de um referencial, mas que, no caso da luz, a velocidade  $c$  é sempre a mesma para qualquer referencial. Isso é a base da Relatividade.

Em outra turma, a estagiária fez a seguinte pergunta: “Vocês acham que o tempo é absoluto?” Uma aluna disse que não, e citou como exemplo a comparação entre uma aula “chata” e uma aula “legal”, tendo-se a impressão de que o tempo passa diferentemente.

Na sequência, a estagiária perguntou a eles qual a consequência do tempo em nossas vidas. Uma aluna disse que o tempo nos limita, nos condiciona, e uma colega acrescentou dizendo que nós vivemos em função do tempo.

Um aluno retomou uma fala da estagiária no início da aula “O que seria de nós sem o tempo?”, dizendo que ele faria a pergunta ao contrário: “O que seria do tempo sem nós?”, isto é, o que seria do tempo se não houvesse seres pensantes para raciocinar e falar sobre ele? Considerei essa colocação muito profunda! Esse mesmo aluno disse que o tempo é algo muito “raro”, que não podemos desperdiçar. Então alguns alunos manifestaram o desejo de poder viajar no tempo, para corrigir erros do passado. Nesse momento do debate outro aluno disse “viver é errar, viver é aprender”, e argumentou que, se pudéssemos viajar no tempo, cometeríamos outros erros, como no filme “Efeito borboleta”. Então o debate caminhou para uma reflexão sobre o que seria aproveitar bem o tempo. Esse mesmo aluno concluiu a aula dizendo que um dia de vida que ele não aproveitou bem foi um dia em que ele não deu risada. Concordamos que essa foi uma simples, mas brilhante e significativa conclusão prática!

Em outra turma, uma aluna iniciou a aula dizendo que tentou explicar o paradoxo dos gêmeos para a mãe e para a avó, e que essas ficaram muito confusas! A estagiária perguntou aos alunos se é possível alterarmos nosso futuro, se há algo que eles fazem hoje que pode alterar o futuro. Outra aluna discorreu sobre o poder que temos pela capacidade de tomar decisões.

Ao fim dessa aula, três alunas sugeriram uma série e três filmes interessantes sobre tempo e visões de mundo alternativas baseadas no conceito de tempo: os filmes “A Origem”, “Contra o tempo” e “Questão de tempo”, e a série “Forever”.

## **Sobre uma visita feita no CERN: breve diálogo com Mr. Mick Storr**

Sabendo que meus colegas físicos e meus alunos se sentem, muitas vezes, intimidados em se expressar sobre questões de dimensão axiológica envolvidas nos estudos, na volta da viagem fiquei muito desejosa de contar aos meus alunos sobre uma das visitas que fizemos no CERN em que tive um diálogo interessante com o físico Mr. Mick Storr.

A visita a que me refiro foi a uma espécie de museu onde se encontra o primeiro grande acelerador de partículas ali instalado; lá fizemos um passeio pela história do CERN. Mr. Mick foi quem nos guiou, com tradução de professor Luís Peralta, pesquisador do LIP de Lisboa.

Mr. Mick trabalhou no CERN como um físico de partículas experimental e em projetos de desenvolvimento de *software*. Ele foi, durante muitos anos e até 2014, responsável pelo Departamento de Educação do CERN, que oferece formação acadêmica e técnica a funcionários e visitantes.

No *hall* de entrada da instalação há duas paredes laterais com dois imensos quadros com linha cronológica da história do CERN. Juntamente com um pesquisador visitante palestino, Mr. Mick nos apresentou detalhes da transformação histórica do CERN, bem como os avanços na pesquisa ali realizada ao longo de tantas décadas de história.

Numa pausa que Mr. Mick fez para que fotografássemos o espaço, lembrei-me de algumas declarações de meus alunos sobre a importância que tem cada cientista e cada técnico na pesquisa mundial em Física de Partículas dos séculos XX e XXI, mesmo que sua contribuição possa parecer aparentemente insignificante diante da magnitude

da pesquisa. Então me aproximei dele e perguntei-lhe se poderia fazer uma pergunta!

Questionei-o sobre seu sentimento e impressões diante de tanta história que há naquele lugar, sobre a participação individual de cada pesquisador, cada técnico que ali trabalha e o que há de mais caro para ele em tantas décadas de trabalho e vivência ali. Ele ficou surpreso com a pergunta, pois eu não queria ouvir nada especificamente técnico sobre as pesquisas, mas algo de natureza mais pessoal. Ele me disse que o que mais o toca nesse sentido é a multidão de pessoas que ali trabalham. Afirmou que, embora numerosas, essas pessoas não são absolutamente insignificantes, pois cada pequena ação que realizam é necessária para que um trabalho gigantesco seja realizado com perfeição. Muitas pessoas passaram por ali e ali não mais estão. Muitos desses trabalhadores não estão mais entre nós, mas, de alguma forma, o trabalho que realizaram ficou, para construir o que permanece crescendo e para que a história de seu trabalho fosse contada. Mr. Mick expressou com um tom de grande respeito sua admiração por todo o trabalho ali desenvolvido, inclusive pelos de educação e divulgação científica. Agradei a ele pela atenção e segui tirando mais algumas fotos.

Mr. Mick me fez ver que um físico de partículas, mesmo em seu trabalho altamente especializado, pode refletir sobre valores que interferem na forma como trabalha e se relaciona no ambiente de trabalho, vivenciando questões que dizem respeito a valores.

Os resultados dessas e outras experiências foram de muito valor para mim e para meus alunos e contribuíram muito para meus objetivos com eles. Como procurei mostrar neste texto, tais objetivos envolveram concepção de tempo e sua importância na história e futuro da Física de Partículas e na nossa visão de mundo. Junto com meus alunos, reavaliei essa importância, que passa pela decisão de quem queremos ser no mundo. Entendemos que a Física e, particularmente, as pesquisas em Física de Partículas, podem contribuir muito nesse sentido. Com essa compreensão, sigo meu trabalho, e espero produzir muito mais a partir das experiências vividas na viagem tão especial que fizemos ao CERN.



Mr. Mick Storr (à direita), prof. Luís Peralta (ao centro, de camiseta branca) e um pesquisador palestino (ao centro, de camiseta verde) em um museu do CERN (acervo pessoal).



Primeiro acelerador de partículas de grande porte do CERN (acervo pessoal).

## Referências

### **60 Segundos de Aventuras no Pensamento - 5/6 - O Paradoxo dos Gêmeos.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Jw6McOwxXs>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

BRASIL, Marcus Vinícius. Exame. Info. **Vídeo de 1999 mostra o delírio da plateia quando Steve Jobs demonstrou o Wi-Fi.** Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/blogs/baixadefinicao/youtube/video-de-1999-mostra-o-delirio-da-plateia-quando-steve-jobs-demonstrou-o-wi-fi/>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

CROWELL, Ben. **Historical fotos and information about the Hafele-Keating experiment.** Disponível em: <[http://www.lightandmatter.com/article/hafele\\_keating.html](http://www.lightandmatter.com/article/hafele_keating.html)>. Acesso em: 26 dez. 2014.

DWYER, Douglas. **How stuff works.** Como funcionam os relógios atômicos. Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/relogios-atomicos.htm>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

LASKY, Ronald C. **Scientific American Brasil.** O Paradoxo dos Gêmeos: O tempo passa com a mesma velocidade para todas as pessoas? Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/o\\_paradoxo\\_dos\\_gemeos.html](http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/o_paradoxo_dos_gemeos.html)>. Acesso em: 26 dez. 2014.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física.** V. 3. São Paulo: Scipione, 2011. p. 338, 393.

PESSOA JÚNIOR, Oswaldo. **Espaço, tempo e relatividade, experimentos relativísticos 2:** paradoxo dos gêmeos em aviões. Disponível em: <<http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/TR-Exp-2-Avioes.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

**Trailer Oficial "O Homem do Futuro".** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IEEE7qbmYUU>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

TUBOY, Aparecida M.; MILORI, Débora M. B. P.; CARVALHO, Flávio T.; ZILLO, Sérgio C.; BAGNATO, Vanderlei S. **O relógio atômico brasileiro.** Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/pesquisahoje/cap3/defaultframebaixo.htm>>. Acesso em: 26 dez. 2014.

# A ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA E AS REDES SOCIAIS COMO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM COOPERATIVA

---

Luciano Denardin de Oliveira\*

## Introdução

**A** oportunidade de visitar o maior acelerador de partículas do mundo e um dos laboratórios referência em pesquisa em Física é um fato que marca para sempre a vivência de qualquer professor de Física. Olhar de perto as salas de controle, ouvir os sons ensurdecedores dos equipamentos em pleno funcionamento são lembranças que qualquer docente integrante da Escola de Física do CERN levará para o resto de sua vida. A experiência de presenciar a rotina dos pesquisadores do CERN, ver os experimentos em andamento e tudo aquilo que outrora só havíamos projetado num sonho mais desvairado, ou tomado conhecimento por meio de documentários na TV e nas letras cinzas das reportagens dos jornais, estavam perante os nossos olhos no momento em que nosso avião pousou em Genebra. Foi uma semana intensa, com muitas atividades. Poucos dias que foram capazes de mudar para sempre a vida e atividade pedagógica de um profissional da educação. Como poucos professores têm esta oportunidade, um compromisso inato está na divulgação da Escola de Física do CERN, nas suas diferentes formas,

---

\* Escola de Física CERN 2012.

seja para alunos, professores ou comunidade em geral. Neste texto, é proposto justamente isso: a socialização das vivências experimentadas durante a Escola de Física do CERN- 2012. Apresentam-se as atividades desenvolvidas pelo autor antes, durante e depois da viagem, tanto no que diz respeito às atividades pedagógicas com os alunos quanto de divulgação científica e popularização da Ciência. Dentre outras ferramentas, as redes sociais *twitter* e *facebook* e um *blog* foram utilizados como meio de interação com seus alunos e como forma de divulgação das atividades realizadas no CERN. Relatam-se ainda atividades de divulgação científica desenvolvidas após a Escola de Física do CERN. Discute-se ainda as implicações do uso das redes sociais para aproximar os estudantes da vivência experimentada pelo professor, instigar os alunos sobre temas científicos atuais e para construir visões não deformadas sobre a natureza da Ciência.<sup>1</sup>

## Referencial teórico

Os alunos dos dias de hoje são nativos em uma linguagem tecnológica, ou seja, pertencem a uma geração em que o computador e a internet são uma realidade. Enquanto isso, a maioria de seus professores foi (e vai) incorporando estas tecnologias ao longo de suas vidas (FRAGA *et al.*, 2011). Este descompasso pode ser um fator conflitante na forma de o professor ensinar e de o aluno aprender e talvez justifique o fato de o ensino da Física majoritariamente ocorrer pela transmissão de informações por aulas expositivas e resolução de exercícios puramente algébricos (OLIVEIRA, 2009). Abordagem na qual não é dada voz aos alunos e tampouco se procura entender as concepções deles, considerando-os uma *tábula rasa* (GOMES; BELLINI, 2009). Para mudar esta realidade, o profissional deve buscar um estreitamento entre a forma de ensinar, o que ensinar e os interesses dos alunos.

Em relação à atualização dos currículos, não é defendido que a mecânica newtoniana ou outros tópicos de um currículo clássico de Física não devam ser estudados, mas que também se deve abrir espaço para discussões mais contemporâneas da Física. O fato de os estudantes viverem em uma época de fácil acesso à informação, pelo uso da internet, aplicativos ou documentários televisivos instigantes sobre questões em aberto na ciência, faz com que esta informação chegue ao estudan-

---

<sup>1</sup> Parte dos resultados deste trabalho foi publicada no IX ENPEC.

te e passe a fazer parte da sua realidade. Assim, é papel do professor ancorar-se a este interesse do aluno, utilizando-o como aliado à prática pedagógica reflexiva e contextualizada e abordando em sala de aula e/ou em ambientes não formais questões que estão próximas da realidade do adolescente. Este tipo de estratégia pedagógica pode acabar por revelar ao estudante que a Física não é uma ciência segmentada, atemporal e imutável, características de uma visão epistemológica empírico-indutivista, mas sim um processo de construção social, influenciando e sendo influenciada por aspectos tecnológicos, culturais, econômicos, etc. e permitindo que ele construa uma ideia de ciência mais fidedigna.

Nas últimas décadas, uma discussão latente tem sido a reestruturação do currículo da Física no nível básico, principalmente no que diz respeito à inserção e à abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) (BRASIL, 2002) preconizam que a Física seja abordada de forma que o aluno desenvolva competências e habilidades que o capacitem a compreender os fenômenos naturais e tecnológicos tanto presentes no seu dia a dia quanto na compreensão do universo. Um currículo que contemple a Física desenvolvida a partir do século XX pode auxiliar na construção destas competências e habilidades. Além de estar pautada pelos PCN, esta reestruturação justifica-se por uma série de outros fatores, dentre eles, permitir que o aluno compreenda a ligação entre a Física e seu cotidiano tecnológico (OSTERMANN; CAVALCANTI, 1999) e pela necessidade de formar um indivíduo crítico, consciente e que atue em um mundo contemporâneo (TERRAZZAN, 1994).

Em consonância com esta perspectiva, sugere-se que o professor utilize também espaços não formais de aprendizagem, rompendo as barreiras físicas da sala de aula e empregue ferramentas tecnológicas para a abordagem de tópicos de Física moderna e contemporânea. Um exemplo de ambiente não formal de aprendizagem que pode ser utilizado com os alunos são as redes sociais. O uso de redes sociais em várias áreas do conhecimento tem se mostrado recorrente. No caso da educação, vê-se, nos últimos anos, um crescimento significativo neste tipo de estratégia, principalmente no que diz respeito à aprendizagem cooperativa (MACHADO, 2005). Uma das vantagens da rede social é que o aluno a acessa, por razões que não são *obrigatoriamente* acadêmicas, mas, uma vez conectado à rede, pode ser levado a conteúdos científicos, interagindo com eles e, assim, aprendendo.

## Atividades desenvolvidas: contextualização e metodologia

Por conta da oportunidade da visita científica ao CERN, foi organizada pelo autor uma série de atividades a serem realizadas a distância. Antes da viagem a Genebra, foi apresentado aos alunos, na forma de uma palestra (Foto 1), o CERN, com sua estrutura, suas linhas de pesquisa e os projetos lá desenvolvidos. Neste momento, também se discutiu, de maneira não muito profunda, tópicos de Física de Partículas.

Nesta fala inicial foram apresentadas as sugestões de atividades a serem realizadas e as formas de interação entre os estudantes enquanto este professor estivesse no CERN. Para isso, utilizou-se um *blog* ([www.lucianodenardin.wordpress.com](http://www.lucianodenardin.wordpress.com)) que teve o caráter de diário de bordo, no qual o professor descrevia, diariamente, as atividades ocorridas e apresentava curiosidades do laboratório.

O *microblog twitter* ([www.twitter.com/lucianodenardin](http://www.twitter.com/lucianodenardin) ou @lucianodenardin) foi utilizado para notícias curtas e divulgação de novas postagens.

Todavia, a maioria das atividades ficou centrada no *facebook*. Para tanto, uma *fanpage* foi criada ([www.facebook.com/proflucianodenardinocern](http://www.facebook.com/proflucianodenardinocern)) e divulgada aos alunos. Uma *fanpage* corresponde a uma página na internet vinculada ao *facebook*. Ela permite que o seu administrador inclua conteúdos diversos, dentre eles: vídeos, fotos, textos e perguntas. Qualquer usuário da rede social que opta por seguir uma *fanpage* (o que, no *facebook*, denomina-se *curtir a fanpage*), tem acesso a estes conteúdos e recebe atualizações periódicas. Antes da viagem, o professor abasteceu a *fanpage* com informações sobre o CERN e o bóson de Higgs<sup>2</sup>, utilizando para tanto *links* de reportagens, vídeos disponíveis na internet, pequenos textos explicativos e alguns detalhes sobre a experiência a ser vivida.

Com estas três mídias virtuais, acreditou-se que se podia divulgar as atividades desenvolvidas de diferentes formas, pois as abordagens em cada mídia têm enfoques distintos, atingindo os mais diversos interesses dos visitantes das páginas. Apresentam-se a seguir as especificidades de cada uma destas ferramentas.

---

<sup>2</sup> O bóson de Higgs é uma partícula prevista teoricamente pelo Modelo Padrão e que foi detectada apenas em 2012, no CERN. Os veículos de comunicação divulgaram esta informação exaustivamente naquele ano.



**Foto 1:** Apresentação sobre o CERN para os alunos do Ensino Médio (acervo pessoal).

## O uso do *blog*

O *blog* é uma versátil ferramenta para a escrita de textos mais longos, nos quais poderiam ser dadas informações mais amplas e detalhadas. Em suma, o *blog* foi utilizado como diário de bordo, no qual o professor, quase que diariamente, acrescentava textos narrando as atividades desenvolvidas na Escola do CERN. Curiosidades e fotografias complementavam o material escrito. Além disso, a coordenação pedagógica e a professora substituta da escola na qual o professor leciona também acrescentavam informações e textos das propostas executadas no Brasil. O entusiasmo dos alunos e as atividades realizadas foram temas recorrentes nestas postagens. Desta forma, um internauta que acessava o *blog* poderia ficar a par das atividades desenvolvidas em Genebra e o seu consequente impacto em sala de aula. Dentre as postagens do *blog* podem-se destacar as realizadas antes da viagem, nas quais o professor descreve toda a sua expectativa e entusiasmo; a parada em Lisboa, onde pôde conhecer os demais colegas brasileiros que fariam parte da escola do CERN-2012, e a visita às instalações do Laboratório de Instrumentação e Física de Partículas (LIP). Outras postagens dissertaram sobre as atividades do CERN, curiosidades, propostas educacionais desenvolvidas com os alunos e trocas de experiências pedagógicas com os professores portugueses, asiáticos e africanos que participaram da escola conosco. Atividades culturais e visitas a Lisboa e Genebra também foram narradas. A Figura 1 apresenta uma postagem realizada pela professora

substituta, no Brasil, na qual narra as propostas executadas em sala de aula e algumas indagações dos alunos para seu professor, que, posteriormente, as respondeu.



**Agosto 31, 2012**  
by guiresende20  
1 Comentário

### Questionamentos sobre a origem do Universo feitos pelos alunos do Monteiro Lobato

Como tudo o que existe no Universo pode ter surgido do... nada? Como foi feita a identificação da partícula de Deus? E agora que o bóson de Higgs foi encontrado quais são os próximos passos da ciência? Como "é possível encontrar uma nova dimensão?" ou "como é feita a seleção dos prótons que são acelerados?"... Estas são algumas das perguntas feitas pelos alunos do Ensino Médio do Colégio Monteiro Lobato em discussões, questionamentos e reflexões filosóficas que vêm sendo realizadas em sala de aula com a orientação da monitora Marina Valenzuela.

Tomando como pontos de partida o documentário da BBC "O Grande Colisor de Hádrons" e o seminário do prof. Luciano Denardin, assuntos como o bóson de Higgs, matéria e anti-matéria e novas dimensões surgem naturalmente.

Em busca de respostas, cada turma seleciona alguns de seus questionamentos e os divide com a comunidade na página do Facebook do professor. As respostas vêm diretamente do CERN, em Genebra junto com as aventuras de um físico no maior acelerador de partículas do mundo!



**Figura 1:** Postagem sobre as atividades desenvolvidas pelos alunos. (Disponível em: <<http://lucianodenardin.wordpress.com/2012/08/31/questionamentos-sobre-a-origem-do-universo-feitos-pelos-alunos-do-monteiro-lobato/>>).

## O uso do *twitter*

O *twitter* é um *microblog* que permite a divulgação de mensagens curtas, uma vez que o limite máximo de caracteres por mensagem (*tweet*) é de 140. Desta forma, o *twitter* é muito utilizado para divulgação de atividades que ocorrem em tempo real e sugestões de *links* que remetem a notícias, etc. Desta forma, ele teve, nesta atividade, o caráter de divulgação das outras mídias (*blog* e *facebook*). Nele, o professor anunciava novas postagens das outras mídias virtuais. Além disso, alertava das atividades que estavam ocorrendo no CERN, como por exemplo: temática das aulas e palestras a serem assistidas pelo grupo de professores, visitas aos laboratórios, etc. A Figura 2 apresenta uma imagem do *twitter* utilizado e alguns "*tweets*" divulgados ao longo da Escola de Física do CERN. Este *twitter* continua ativo e é regularmente alimentado com notícias sobre o CERN, Física de Partículas e temas correlatos.



Figura 2: Alguns tweets divulgando informações sobre as atividades da escola de Física do CERN. (Disponível em: <<http://www.twitter.com/lucianodenardin>>).

## O uso do Facebook

Durante a Escola de Física do CERN, os alunos no Brasil assistiram ao documentário *O grande colisor de hádrons* (BBC, 2008), cujo tema central era o maior acelerador de partículas do CERN, o LHC. O principal intuito desta atividade foi instigar os alunos e provocar debates entre eles (e que foram mediados por uma professora substituta previamente orientada das atividades a serem realizadas). Os alunos foram motivados a postarem na *fanpage* perguntas e curiosidades sobre as discussões em sala de aula, ou até mesmo fora dela, como em casa, com a família, por exemplo.

As postagens realizadas pelos estudantes eram respondidas pelo professor e até mesmo discutidas por vários integrantes da *fanpage*. Verificou-se que não apenas os alunos eram membros da página, mas também pais de alunos, colegas professores e outros usuários da rede. Desta forma, a interação não se limitou a aluno-professor, mas teve a

participação de integrantes oriundos de diferentes áreas, verificando-se uma miscigenação de gerações, refletindo em um ambiente virtual de aprendizagem cooperativa mediada pelo professor, mas que permitia ao aluno também aprender com seu colega. Ademais, além das questões levantadas pelos alunos, o professor incluía conteúdos diversos na *fanpage*, como fotos das instalações do CERN; temática das palestras assistidas e atividades desenvolvidas; perguntas aos membros da *fanpage* e curiosidades em geral. Procurou-se, além do caráter científico, apresentar o cotidiano do CERN e atividades extracientíficas, como alguns hábitos dos pesquisadores nas “suas horas vagas”, detalhes sobre a alimentação e costumes diversos. O objetivo era desconstruir a ideia deturpada de que o cientista é um indivíduo excêntrico, um “gênio”, visão esta que muitas vezes acaba distanciando o estudante do interesse pela ciência.

No retorno do curso, o professor retomou as questões debatidas virtualmente e apresentou detalhes da Escola de Física do CERN narrando a experiência vivida. Utilizou a oportunidade para ouvir perguntas, curiosidades e inquietudes dos estudantes e para discutir tópicos de Física de Partículas. Por fim, um questionário indagando os estudantes sobre as atividades desenvolvidas foi respondido por eles e sua análise complementa os resultados deste trabalho.

## **Análise e avaliação dos resultados**

Segundo as respostas dos alunos ao questionário, verificou-se que a maioria, apesar de ter acompanhado notícias sobre o bóson de Higgs, não tinha conhecimento anterior sobre o CERN. Sendo assim, classifica-se como essencial a fala inicial apresentando o Centro e as pesquisas desenvolvidas, pois assim os alunos puderam compreender melhor o local que seu professor estaria conhecendo. Além disso, abordar num primeiro momento e de forma introdutória a Física de Partículas foi válido para despertar o interesse dos alunos pelo assunto e motivá-los a pesquisarem e interagirem virtualmente com o professor. O documentário também foi importante, pois instigou os alunos a participarem das atividades propostas. A grande maioria classificou o documentário como interessante/explicativo. No que diz respeito ao acompanhamento das atividades via *blog* e *facebook* por parte dos alunos, também se verificou um engajamento significativo. A maioria interou-se regularmente das atividades propostas, sendo que um número expressivo acompanhou as atividades apenas via *facebook*.

Frente ao debate realizado em sala de aula, motivado pelo documentário e mediado pela professora substituta, os alunos organizavam perguntas que deveriam ser postadas na rede social. Estas perguntas eram respondidas pelo professor e, em muitos casos, retomadas nos encontros presenciais com a professora substituta. Além disso, individualmente, os estudantes e o público em geral podiam submeter suas indagações. Foram postadas aproximadamente 35 perguntas na *fanpage*. Abaixo destacamos algumas:

*“Com que frequência o colisor é ligado?”;*

*“Se o acelerador tivesse o comprimento da circunferência da terra (na linha do equador) algo novo poderia ser descoberto?”;*

*“Quais as partículas que se originam das colisões, além do bóson de Higgs?”;*

*“Por que é possível simular a origem do Universo colidindo dois prótons, apenas?”;*

*“Por que a área do Atlas ficaria radioativa?”;*

*“Por que levou tanto tempo para o bóson de Higgs ser encontrado? Por que não houve uma desistência?”*

A análise, conduzida de maneira qualitativa, foi feita baseada nas interações dos membros da *fanpage* que lá ficaram registradas e nas respostas dos questionários.

Os resultados da análise são apresentados em três seções: perguntas feitas pelos alunos, perguntas feitas pelo professor e postagens de materiais diversos na *fanpage*.

## ***Seção 1 – Perguntas realizadas pelos alunos***

Quanto à interação dos membros da *fanpage*, verificou-se que perguntas feitas por um aluno dificilmente eram respondidas por outro, ou seja, aguardavam que o professor apresentasse a resposta. Isso possivelmente reflete uma visão conservadora dos estudantes, como se o professor fosse o “detentor” do conhecimento e que eles não poderiam “ousar” responder antes de o professor manifestar sua visão.

Identificou-se ainda que algumas perguntas dos alunos apresentam visões deformadas da natureza da ciência, conforme indicado por Gil-Pérez *et al.* (2001). Em uma das perguntas, a aluna A questiona:

*“Tu sabe nos dizer quem criou o modelo padrão?”*, demonstrando uma ideia individualista da ciência, ou seja, o aluno não identifica o desenvolvimento da ciência como um trabalho coletivo e cooperativo, mas sim que uma teoria pode ser desenvolvida por apenas um cientista. Outras indagações como: *“Os experimentos envolvendo o Bóson de Higgs confirmam as teorias, inclusive a de ele ser muito massivo?”* (Aluna B) e *“A ‘descoberta’ do bóson de Higgs confirma que o modelo padrão está correto?”* (aluno C), apresentam uma visão empírico-indutivista da ciência, uma vez que os estudantes creem que uma teoria pode ser “provada” e que a experiência seria o fator determinante para que uma teoria esteja “certa”.

Pela temática de atividade sugerida aos alunos, esperava-se que a maioria das questões propostas por eles envolvesse temas de Física Contemporânea. De fato isso foi verificado, todavia, as perguntas não estavam necessariamente associadas a assuntos como Física de Partículas ou diretamente relacionadas ao CERN. Questionamentos sobre a origem do Universo, Teoria das Cordas e outras dimensões foram frequentes. Isto pode ter ocorrido por atividades anteriores desenvolvidas em sala de aula e que contemplavam estes temas e pelo fato de o documentário exibido abordar alguns destes assuntos. Além disso, uma das perguntas do questionário (*Ficaste interessado com os assuntos trabalhados relativos à Física de Partículas e Física Nuclear?*) tiveram como algumas respostas:

*“... achei mais interessante que a Física que trabalha com MRU e MRUV”.* (aluno D);

*“... achei esta parte da Física muito mais interessante que os cálculos e as leis”.* (aluno E);

*“Nunca fui muito de matérias de cálculo ou objetivas, mas tenho que admitir que a Física Nuclear realmente chamou a minha atenção”.* (aluno F).

*“Todas as atividades foram bastante interessantes, pois tratavam de aspectos do Universo que geraram muita curiosidade”.* (aluno G).

As respostas dos alunos podem relevar que eles têm interesse pela Física Contemporânea, porém, muitas vezes o professor não aborda este tema e/ou não dá voz aos estudantes. As respostas dos alunos D e E mostram que apenas a abordagem de temas clássicos, como Cinemática,

não desperta muito interesse. Em contrapartida, mesmo um estudante (aluno F) que não tem muita afinidade com disciplinas exatas foi atraído pela proposta. Isso reforça as ideias de que reformulações no currículo de Física são necessárias, que os estudantes clamam pela discussão de temas atuais de Física (como pode ser verificado no comentário do aluno G) e que a perspectiva moderna da natureza da ciência deve ser contemplada em sala de aula, permitindo que o aluno compreenda o universo tecnológico e suas relações.

Quanto ao uso da rede social, observou-se que o ambiente virtual pode facilitar a participação de alunos tímidos que muitas vezes não se manifestam em sala de aula. Isto foi verificado, uma vez que o autor conhecia os alunos envolvidos na atividade e concluiu que uma significativa parcela das perguntas individuais partiu de estudantes que usualmente não realizam questionamentos perante os colegas. Um ambiente não formal e virtual de aprendizagem pode facilitar esta interlocução entre o professor e o aluno. Além disso, podem surgir dúvidas aos estudantes após as aulas e estas indagações podem ser realizadas a qualquer momento, sem que o aluno tenha que “esperar a próxima aula” para saná-la.

## ***Seção 2 – Perguntas realizadas pelo professor***

Quando as perguntas eram realizadas pelo professor a interação dos membros da *fanpage* era muito rica. É verdade que muitas vezes o “acerto” à resposta garantia ao respondente um pequeno presente (como um chaveiro ou uma caneta do CERN). Por mais que isso fosse um fator estimulante, cremos que não seja o único motivo da participação dos alunos. As perguntas eram formuladas de forma que eles tivessem que realizar breves pesquisas, ou seja, envolviam atitudes de investigação, culminando em uma construção de conhecimento autônoma mesmo fora do ambiente escolar, pois os motivava a pesquisar e aprender através desta busca. Além disso, antes de responder uma nova questão os alunos visualizavam as repostas anteriores dadas pelos colegas. Possivelmente isso fazia com que eles tivessem ideias de como responder, ou por qual caminho deveriam seguir, desenvolvendo autonomia cognitiva. Foram recorrentes atitudes de alunos que formulavam suas repostas sintetizando elementos apresentados por outros colegas. Eles também complementavam as respostas de outros, debatiam entre si, trocavam informações, buscando responder aquilo que era questionado.

Além disso, o professor mediava estas discussões virtuais, fazendo novas perguntas, tentando induzir o aluno a amadurecer suas ideias, expressá-las de outra forma ou tentar associar o que ele propôs com outros temas da Física. O professor nunca apresentava a resposta à questão feita, mas, sim, procurava conduzir o estudante a encontrar subterfúgios para alicerçar melhor suas conclusões. Em outros casos, alguns comentários eram equivocados frente ao que era perguntado. Todavia, depois destes comentários que não contemplavam a resposta, outro aluno respondia à questão corretamente. Possivelmente os alunos que participavam deste debate e que estavam equivocados tiveram acesso à resposta correta, ou seja, também puderam aprender uns com os outros. A Figura 3 apresenta algumas das situações descritas acima.



Figura 3: Recortes da *fanpage*. Respostas e interações dos alunos frente às perguntas do professor.

### Seção 3 – Postagens de materiais diversos na *fanpage*

Além de sessões de perguntas e respostas, a *fanpage* também era alimentada com *links* para as postagens do *blog*, com vídeos sobre o CERN e principalmente com fotos do laboratório. Na rede social, dois álbuns virtuais de fotografias foram abastecidos constantemente. Um, intitulado *Escola do CERN*, apresentava fotos dos laboratórios, salas de controle e processamentos de dados. Outro, chamado *CERN-Lado B*, bus-

cava apresentar curiosidades do Centro, como o registro dos refeitórios e hábitos dos pesquisadores, como, por exemplo, o de colecionarem garrafas de espumantes que foram utilizadas nas comemorações de etapas das investigações científicas realizadas com êxito. O objetivo era mostrar que um cientista não é um gênio excêntrico, mas sim uma pessoa normal, que pratica esportes, tem uma rotina de atividades cotidianas, etc. Uma das perguntas postadas na *fanpage* abordava o gosto musical dos pesquisadores do CERN. Esta indagação pode ter sido motivada por este tipo de postagem na rede social e contribui para que o aluno não construa uma ideia elitista da ciência na qual o trabalho científico é protagonizado por um número reduzido de indivíduos cognitivamente privilegiados (GIL PÉREZ *et al.*, 2001).

As manifestações dos membros da *fanpage* quanto às imagens e vídeos postados resumiam-se basicamente à opção “curtir<sup>3</sup>” do *facebook*. Os comentários eram escassos. Uma das imagens que mostrava um cartaz convidando os pesquisadores para encontros religiosos desenvolveu um curto debate sobre ciência e fé (Figura 4). Interessante que uma das alunas intervém comentando sobre a religiosidade de Isaac Newton (que tinha fortes ligações com a alquimia e a religião). Isso pode ser interpretado como uma visão desejável da natureza da ciência que diz respeito ao estudante perceber que não existe neutralidade na investigação científica, pois ela é influenciada por ideias apriorísticas.



Figura 4: Discussão na *fanpage* envolvendo a natureza da ciência e religião.

3 Opção que um usuário ativa quando deseja mostrar interesse pelo material vinculado à rede social por outro usuário

## Divulgação científica

Algumas atividades de divulgação científica também foram desenvolvidas em diferentes escalas. Antes da ida ao CERN, uma entrevista ao jornal *Zero Hora* (Figura 5) foi publicada na edição de 7 de julho de 2012. Nela, é comentado sobre a Escola de Física do CERN, as pesquisas lá desenvolvidas e as atividades a serem propostas aos alunos.

Mundo

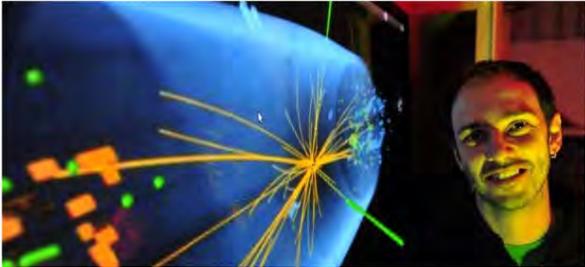
Zero Hora Mundo Notícias

Rumo a Genebra 06/07/2012 | 23h23

### Um professor gaúcho no celeiro da ciência

O professor Luciano Denardin é um dos 30 brasileiros selecionados para um curso em agosto na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear

Tweet (6) Trocar +1 0



Rossana Silva  
rossana.silva@zerohora.com.br

*Enquanto um desejo acalentado por uma geração de físicos se concretizava essa semana na Suíça — a descoberta do bóson de Higgs —, um professor porto-alegrense comemorava a realização de um sonho pessoal. Apaixonado por física desde o primeiro contato, Luciano Denardin, 34 anos, é um dos 30 brasileiros selecionados para um curso em agosto na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern), referência mundial em física nuclear, onde foi feita a descoberta. De Genebra, Denardin voltará abastecido com material para seus alunos da Faculdade de Física da PUCRS, do Colégio Monteiro Lobato e do Anglo Vestibulares. Leia trechos da entrevista:*

#### ZH — Como será o curso no Cern?

**Denardin** — O curso envolve física de partículas, física nuclear e visitas aos laboratórios do Cern. Vamos conhecer, por exemplo, o acelerador de partículas onde foi detectado o bóson de Higgs (Partícula de Deus). Além da formação teórica, aprenderéis atividades para realizar com os alunos. Eles vão sugerir experiências para a sala de aula, que tipo de abordagem pode ser feita. A ideia é que antes de viajar eu dê aulas para os alunos sobre física nuclear, física de partículas e sobre que tipo de pesquisas são realizadas no Cern. Os alunos vão poder fazer perguntas, que eu vou repassar aos pesquisadores para dar retorno para os estudantes.

**Figura 5:** Recorte da reportagem publicada na edição de 7/julho/2012 no jornal *Zero Hora*. (Disponível na íntegra em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/mundo/noticia/2012/07/um-professor-gaoucho-no-celeiro-da-ciencia-3814208.html>>).

Após o retorno da formação continuada, outras atividades de divulgação científica foram realizadas. O professor ministrou uma palestra na faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), intitulada: “A Escola de Física do CERN: da infraestrutura às pesquisas desenvolvidas”. O público-alvo era formado por licenciandos e professores de Física. A palestra foi organizada de forma a divulgar as atividades do CERN e as pesquisas atuais desenvolvidas. Além disso, divulgou-se a Escola de Física do CERN, motivando os professores a participarem das próximas edições.

Uma entrevista ao programa televisivo desta mesma universidade, *Diário do campus* (<http://www.youtube.com/watch?v=GkP50njiXfI&list=UUjR1b9k-VLzi0zkcw4EdMw&index=3&feature=plcp>) foi veiculada, bem como uma reportagem na revista *PUCRS informação* ([http://issuu.com/pucrs/docs/pucrs\\_informacao-163/50?e=2248080/2617500](http://issuu.com/pucrs/docs/pucrs_informacao-163/50?e=2248080/2617500)). Em ambas o professor divulga a Escola de Física do CERN, apresenta as principais linhas de pesquisa e objetivos do CERN e comenta sobre o bóson de Higgs.

Pelo interesse pessoal do professor em fotografia, ele foi convidado a ministrar uma palestra em uma escola de fotografia de Porto Alegre. Neste caso, o público foi muito diversificado. Havia professores, alunos, historiadores, escritores, fotógrafos e curiosos em geral. Sob o título “Da estética da Física à fotografia”, a fala transcorreu, num primeiro momento, buscando traçar paralelos entre a Física e a fotografia, tanto na formação de imagens quanto em outros aspectos, como associações com a Mecânica Quântica e a Física Moderna. Num segundo momento da palestra, imagens registradas pelo professor no CERN foram apresentadas. Para não tornar a fala muito densa, uma vez que o público era muito heterogêneo, optou-se por, partindo das imagens projetadas na palestra, explicar, por exemplo, as pesquisas desenvolvidas no laboratório e os objetivos do CERN. A receptividade do público foi muita positiva, o que pode evidenciar que existe interesse por temas científicos por parte da população em geral, e buscar abordagens criativas pode ser uma forma eficaz de divulgação científica e popularização da Ciência. A Figura 6 apresenta uma imagem do convite da palestra ministrada na escola de fotografia.

Sinta-se provocado!



Bate papo

## Da estética da Física à Fotografia

A luz é um quantum de energia.  
E o que a fotografia tem a ver com isso?  
A fotografia seria o colapso de um instante?  
O que tem a ver a refração da lente  
e o pôr do sol?

Com o prof. de Física e pesquisador **Luciano Denardin**

Entrada Franca 25 vagas (por ordem de chegada)

Dia: 22 de Abril, segunda feira

Horário: 19h30

Local: Escola Câmera Viajante

Rua Pinheiro Machado, 259 · Independência · Porto Alegre

Informações: 51 3012 0421 ou [viajante@cameraviajante.com.br](mailto:viajante@cameraviajante.com.br)

[www.cameraviajante.com.br](http://www.cameraviajante.com.br)



Figura 6: Divulgação da palestra “Da estética da Física à fotografia”.

## Considerações finais

Este trabalho teve vários objetivos. O primeiro deles foi apresentar as diversas formas de interação com os alunos durante a estadia do professor no CERN. Utilizando-se de diferentes ferramentas virtuais, buscou-se aproximar os alunos das atividades desenvolvidas em um centro de excelência em pesquisa de Física, visando despertar o interesse deles pela ciência. A partir da interação dos alunos via *facebook* identificaram-se algumas visões deformadas da Ciência nos alunos, mas também

notou-se um grande interesse por tópicos atuais de Física, o que reforça a necessidade da contemplação destes temas num currículo regular. Observou-se que a interação aluno-professor foi muito mais intensa via *facebook* do que pelas demais mídias. Isso pode ter ocorrido porque os alunos utilizam essa rede social frequentemente, e mesmo que o acesso não tenha sido motivado por razões acadêmicas, acabam tendo contato com postagens realizadas pelo professor na *fanpage* devido à forma com que o *facebook* disponibiliza materiais na rede. Verificou-se também que o uso de redes sociais se mostra um ótimo espaço não formal de aprendizagem cooperativa, uma vez que permite que o aluno aprenda com o professor, com os seus colegas e por meio da pesquisa.

No que diz respeito à divulgação científica e popularização da ciência, algumas estratégias foram desenvolvidas. Aquelas mais tradicionais, envolvendo revistas, jornais e programas de televisão e rádio, têm um maior alcance, todavia, o retorno desta divulgação é difícil de ser mensurado. A fala de assuntos científicos para o público que não tem este tipo de formação deve ser incentivada, seja por meio de palestras, bate-papos ou oficinas. Sugerem-se abordagens lúdicas e criativas, de forma que os conceitos físicos possam ser introduzidos de maneira gradual, utilizando de analogias e exemplos e, desta forma, sejam assimilados pelo público.

Por fim, o autor manifesta o prazer e a satisfação de ter participado da Escola de Física do CERN edição 2012 e deste livro. A vivência em Genebra e Lisboa, as amizades feitas, a interação com colegas professores brasileiros e de outras nacionalidades, a troca de experiências pedagógicas foram enriquecedoras. O conhecimento adquirido nas aulas, palestras e visitas às instalações do CERN serão lembrados por muito tempo e certamente qualificaram a formação profissional, refletindo diretamente em sala de aula. A experiência foi única!

Por fim, fica registrado o agradecimento à Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo esforço de levar profissionais brasileiros ao CERN, à Capes e aos estabelecimentos de ensino em que trabalho: Faculdade de Física da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Colégio Monteiro Lobato e Anglo Vestibulares, que subsidiaram a minha viagem, apoiaram as atividades propostas e incentivaram mais esta qualificação profissional.

## Referências

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. A. J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, A. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2009.

FRAGA, V. M.; SOUZA, P. C. M.; TRAJANO, S. C. S.; MAFFRA, S. M.; SOARES, V. R.; NUNES, W. V.; OLIVEIRA, A. L. Blog como recurso didático no ensino de ciências: as tecnologias de ensino na era dos nativos digitais. In: ENPEC, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011.

OLIVEIRA, L. D. **A história da Física como elemento facilitador na aprendizagem da mecânica dos fluidos**. 161f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física-UFRGS, Porto Alegre, 2009.

MACHADO, J. R.; TIJIBOY, A. V. Redes sociais virtuais: um espaço para efetivação da aprendizagem cooperativa. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 1, 2005.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, 1999.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção de Física Moderna na Escola Média**. 241f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

# JOGANDO E APRENDENDO SOBRE O LHC E SOBRE FÍSICA DE PARTÍCULAS

---

Marta Maximo Pereira\*

## Introdução

**A** finalidade do presente texto é relatar uma das atividades que desenvolvi no âmbito da divulgação do CERN e do LHC em meu retorno ao Brasil, após minha participação na *Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa 2010*.

A fim de levar a alunos de Ensino Médio conhecimentos relativos à Física de Partículas e informações sobre o CERN e o LHC (os quais obtive durante minha participação na *Escola*), realizei, em 2011, uma atividade no contexto do projeto de extensão denominado MÁFIA (**M**uitas **A**tividades de **F**ísica **I**nterativa e **A**plicada), que desenvolvo desde 2010 no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) – UnED Nova Iguaçu.

Os objetivos da MÁFIA são reunir alunos de Ensino Médio do CEFET/RJ - UnED Nova Iguaçu com interesse em Ciências, em geral, e em Física, em particular, e proporcionar um espaço de intercâmbio de ideias sobre ciência e de aprofundamento sobre questões da Física e de seu ensino. A cada ano, proponho aos alunos um tema para ser desenvolvido (pequenos projetos de pesquisa, experimentos, tópicos de Física mais avançados, entre outros) sob minha orientação. A execução do

---

\* Escola de Física CERN 2010.

projeto ocorre durante encontros semanais, de aproximadamente uma hora de duração, com os estudantes, no laboratório de Física do CEFET/RJ - UnED Nova Iguaçu. O resultado do projeto é apresentado durante a Semana de Extensão do CEFET/RJ e também em congressos de extensão.

No ano de 2011, por conta de minha participação na *Escola*, propus aos sete alunos envolvidos no projeto MÁFIA desse ano (cinco alunos de 2º ano e dois de 3º ano do Ensino Médio) a elaboração de um jogo de tabuleiro que simulasse o funcionamento do LHC. Nesse ano, o projeto da MÁFIA foi intitulado “A MÁFIA invade o CERN: jogando e aprendendo sobre o LHC” (MAXIMO-PEREIRA *et al.*, 2011). Compartilho com o leitor como o projeto foi colocado em prática junto aos estudantes e os resultados obtidos.

## **Desenvolvimento do projeto de elaboração do jogo**

Para que a construção do jogo fosse possível, desenvolvemos uma metodologia de trabalho com os estudantes durante nossos encontros, a qual consistiu nos seguintes momentos: motivação inicial para o estudo da Física de Partículas; introdução de conhecimentos básicos relativos a essa parte da Física Moderna e Contemporânea; apresentação do CERN e do LHC e de suas relações com a Física de Partículas e com todo o desenvolvimento da Física atual; caracterização de jogos de tabuleiro; estabelecimento de analogias entre o LHC (seu princípio de funcionamento, as partes que o integram, seus principais experimentos e os fenômenos que lá ocorrem) e um jogo de tabuleiro (disposição das casas, uso de cartas e de pinos, sistema de sorteio de casas para a dinâmica do jogo, entre outras características); modelagem do jogo; testagem do jogo; construção do jogo; apresentação do jogo. A seguir relatarei como ocorreram tais momentos do projeto.

Inicialmente, os alunos foram apresentados à temática da Física de Partículas por intermédio de uma palestra que ministrei com base nos conhecimentos com os quais tive contato na *Escola*. Nessa palestra, parti da evolução dos modelos atômicos desde os gregos (temática com a qual os alunos já tinham familiaridade, devido às aulas de Química da escola) e apresentei até o modelo atômico atualmente aceito, o qual os alunos não conheciam. Foram novidades para eles informações como: quais partículas são consideradas de fato elementares nos dias de hoje; que interações existem na natureza e como elas explicam o modelo atômico.

mico atualmente aceito; como são estudadas essas partículas e suas interações. Além de minha exposição oral, outra atividade desse momento inicial foi a leitura orientada de um artigo científico (MOREIRA, 2009), com a resolução de algumas questões sobre ele. Tal texto versa sobre o *Modelo Padrão da Física de Partículas*. Como dinâmica de realização da atividade, os alunos se reuniram em duplas ou trios para ler partes do texto por mim indicadas, tendo como tarefa algumas perguntas norteadoras a serem respondidas por intermédio da leitura.

Essa atividade suscitou a necessidade de apresentar aos alunos o CERN e o LHC como sendo os principais locais de pesquisa em Física da atualidade. Por intermédio de uma apresentação oral que realizei, com muitas imagens, fotos e simulações, obtidas durante minha participação na *Escola*, os alunos conheceram o CERN e o LHC e foram apresentados aos temas de Física que podem ser estudados por intermédio dos experimentos do LHC.

É interessante notar que os dois momentos acima descritos (o contato inicial com a temática da Física de Partículas e a apresentação do CERN e do LHC) foram bastante dialogados com os alunos, pois eles frequentemente faziam perguntas tanto sobre os conteúdos da Física como sobre a rotina no CERN e a construção e funcionamento do LHC. A curiosidade dos alunos e seu interesse em saber mais sobre assuntos bastante diferentes de sua realidade foram marcas registradas desses dois momentos.

Passando à terceira etapa, a da caracterização dos jogos, percebemos que essa temática, ao contrário, era bem familiar aos estudantes, pois o uso de jogos de tabuleiro e de cartas no CEFET/RJ – UnED Nova Iguaçu era (e é) bastante frequente, tanto em momentos lúdicos, durante intervalos de aulas, como com finalidade didática (no contexto de algumas das disciplinas do Ensino Médio), para auxiliar nos processos de ensino-aprendizagem. Essa última utilização pode ser evidenciada no trabalho com jogos didáticos de Andrade (2011), realizado no âmbito da instituição. Desse modo, os alunos demonstraram conhecer a dinâmica de jogos de tabuleiro e de cartas, o que facilitou o trabalho nessa etapa.

Tentando congregiar os três momentos até então vivenciados pelos estudantes integrantes da MÁFIA, apelidados de *mafiosos*, teve início o quarto momento, que considero uma etapa central do projeto: o estabelecimento de relações e analogias entre o LHC real e os jogos de tabuleiro, as quais permitiram a elaboração do jogo. Os alunos foram

levados a perceber que um jogo que simulasse o funcionamento do LHC era uma estratégia didática interessante e lúdica, que poderia aproximar os jogadores de conhecimentos científicos da Física Moderna e Contemporânea, os quais frequentemente são mencionados nos veículos de comunicação. Além disso, a elaboração do jogo por parte dos mafiosos foi também, para eles, uma forma de utilizar os conhecimentos apresentados nos momentos anteriores do desenvolvimento do projeto e de desafiá-los a colocá-los em prática para a constituição do jogo.

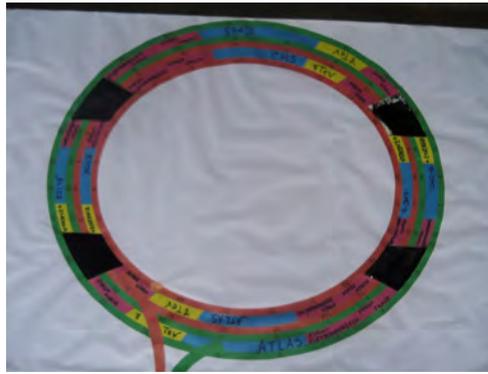
É importante destacar que essa quarta etapa contou com a participação ativa dos estudantes, que foram capazes de elaborar muitas relações entre o sistema real e sua representação no jogo; perceber as limitações de algumas dessas relações estabelecidas; propor adaptações e alterações que tornassem o jogo mais funcional, mas, ao mesmo tempo, sem incorreções físicas ou distorções que acarretassem em alguma compreensão incorreta do que ocorre no LHC. Em outras palavras, a configuração do jogo, suas regras e sua dinâmica foram elaboradas pelos estudantes considerando-se sempre a necessidade de reproduzir o que ocorre no LHC e as características de um jogo de tabuleiro. Também foi enfatizada com eles a necessidade de que o jogo desenvolvido apresentasse (a quem jogasse ou assistisse às partidas) características do LHC e seus princípios físicos básicos de funcionamento de forma lúdica e divertida.

Ao final do quarto momento, foi possível dar início à modelagem do jogo, ou seja, ao formato que o jogo teria quando fosse, de fato, ser construído. Suas partes integrantes, suas regras, as cartas necessárias à dinâmica do jogo, seu objetivo, sua forma de jogar, entre outras características, foram estabelecidos coletivamente, consultando-se os materiais inicialmente fornecidos e sob minha orientação.

No quinto momento, procedemos à testagem do jogo, ou seja, fizemos uma simulação do que ocorreria ao jogarmos. Tal procedimento nos permitiu ajustar alguns parâmetros, alterar algumas regras e observar como seriam as jogadas, a fim de que a construção do jogo em si ocorresse somente quando estivéssemos seguros de sua funcionalidade.

Por fim, para a confecção do jogo em si (desenho e montagem do tabuleiro, confecção dos pinos, escrita e impressão das cartas, construção do mecanismo de movimento dos pinos, etc.) foram elencados os materiais necessários e o trabalho foi dividido entre todos os integrantes do projeto. O tabuleiro foi construído simulando o Colisor de Partículas (Foto 1); o sorteador de casas foi feito simulando os aceleradores

linear (LINAC<sup>1</sup>) e circular (PS<sup>2</sup>) (Foto 2); foram estabelecidas as regras gerais; foram confeccionadas as cartas (Foto 3) e os prêmios ao vencedores (boneco com o bóson de Higgs estilizado).



**Foto 1:** Tabuleiro do jogo, representando o LHC. Figura impressa em papel branco e colada em uma base de isopor (não visível na imagem) (acervo pessoal).<sup>3</sup>



**Foto 2:** Construção do sorteador de casas, simulando os aceleradores (acervo pessoal).



**Foto 3:** Exemplos de cartas confeccionadas para as jogadas (acervo pessoal).

1 Sigla para *Linear Particle Accelerator*, em português, *Acelerador de Partículas Linear*.

2 Sigla para *Proton Synchrotron*, em português, *Síncrotron de Próton*.

3 Todas as fotos presentes neste texto fazem parte do arquivo pessoal da autora.

## O jogo construído

Após o relato dos momentos que caracterizaram a confecção do jogo, passo a comentar, a seguir, suas características principais e as analogias feitas com o LHC real para o desenvolvimento da estrutura e da dinâmica do jogo.

Como resultado de todo o processo de desenvolvimento do projeto “A MÁFIA invade o CERN: jogando e aprendendo sobre o LHC”, obtivemos um jogo de tabuleiro cujo objetivo coincide com o objetivo principal do LHC: a detecção do bóson de Higgs. De acordo com o Modelo Padrão das Partículas Elementares, tal partícula seria detectada por intermédio da colisão de dois feixes de prótons com 7 TeV<sup>4</sup> de energia cada e o principal experimento destinado à sua detecção seria o ATLAS<sup>5</sup>. Por conta disso, o jogo termina quando ocorre a colisão de dois feixes de prótons com 7 TeV de energia no experimento denominado ATLAS.

Os dois feixes de prótons que colidem no ATLAS são representados por pinos de cores diferentes, que se movem, em sentidos opostos, no tabuleiro. Por isso, quando tais pinos chegam à casa do ATLAS com 7 TeV, os jogadores que possuem tais pinos são os ganhadores e recebem a carta do Bóson de Higgs (Foto 4) para indicar que venceram.



**Foto 4:** Carta do Bóson de Higgs, dada aos vencedores do jogo (acervo pessoal).

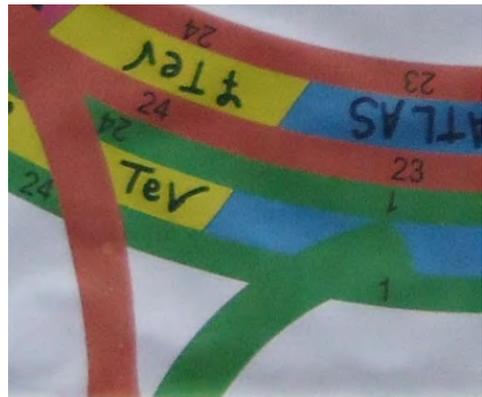
4 1TeV (tera elétron-volt) corresponde a  $10^{12}$  elétron-volt. O elétron-volt é uma unidade de energia, que equivale a  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J.

5 Sigla para **A Toroidal LHC Apparatus**, em português, *Aparato Toroidal do LHC*.

É interessante notar que, por conta de haver sempre, no mínimo, dois vencedores, cada um com pinos que se movem em caminhos opostos, o jogo que elaboramos tem tanto um caráter cooperativo como competitivo. A competição ocorre entre jogadores com pinos que se movem no mesmo sentido, ou seja, de mesma cor, que representam prótons do mesmo feixe, pois todos querem atingir a casa do ATLAS com 7 TeV. Já a cooperação ocorre entre jogadores cujos pinos se movem em sentidos opostos, isto é, de cores diferentes, que representam prótons de feixes opostos, pois é necessário que ambos estejam na casa do ATLAS com 7 TeV para que haja vencedores.

Para que todos tenham igual oportunidade de ganhar, deve haver número par de jogadores e o mesmo número de pinos movendo-se nos dois caminhos opostos. O sorteio dos pinos e do consequente caminho a ser seguido é feito aleatoriamente antes de se iniciar o jogo.

O tabuleiro do jogo é, portanto, composto por dois caminhos circulares, concêntricos e antiparalelos, um verde e outro vermelho (Foto 5). Os pinos de alguns jogadores movem-se em sentido horário, por um dos caminhos, e os pinos de outros, em sentido anti-horário, pelo outro caminho. Esse procedimento visa ilustrar o movimento dos feixes no anel do LHC e possibilitar as colisões (encontros em uma mesma casa do tabuleiro) entre eles.



**Foto 5:** Caminhos antiparalelos por onde se movem os pinos verdes e vermelhos (acervo pessoal).

O tabuleiro é composto de 24 casas coloridas. Cada um dos quatro experimentos do LHC (ALICE<sup>6</sup>, ATLAS, CMS<sup>7</sup>, LHC-b<sup>8</sup>) é represen-

6 Sigla para **A Large Ion Collider Experiment**, em português, *Experiência do grande colisor de íons*.

7 Sigla para **Compact Muon Solenoid**, em português, *Solenóide Compacto de Múons*.

8 Sigla para **Large Hadron Collider beauty**, em português, *Grande Colisor de Hádrons para o quark bottom*.

tado por duas casas azuis, uma ao lado da outra, distribuídas ao longo do anel. Há também duas casas separadas para cada uma das quatro interações fundamentais da natureza (força forte, força fraca, força eletromagnética e força gravitacional), de cor rosa. Além disso, existem quatro casas amarelas para ganho de energia (Foto 6).



**Foto 6:** Exemplos de casas do tabuleiro (acervo pessoal).

Os valores de energia, entre 1 TeV e 7 TeV, são anotados em um ábaco<sup>9</sup>. No caso do jogo, retiramos três das dez pequenas esferas que há no ábaco, a fim de que cada uma delas representasse 1 TeV de energia. As esferas colocadas à esquerda no ábaco indicam a energia de cada próton (Foto 7). A utilização do ábaco foi pensada por um dos mafiosos como um recurso para lembrar a energia de cada pino. Contudo, nesse caso, não há analogia direta entre o ábaco e alguma das partes que constituem LHC real. A sua utilização foi necessária apenas devido à dinâmica do jogo.



**Foto 7:** Ábaco modificado, preso a uma parede, para anotar as anergias de cada pino (próton) (acervo pessoal).

<sup>9</sup> Antigo instrumento de cálculo, formado por uma moldura com bastões paralelos, dispostos na horizontal, nos quais há dez pequenas esferas que podem deslizar livremente.

Ao cair em uma das casas do tabuleiro, o jogador sorteia uma carta, que indicará como será o seu movimento e/ou a sua energia. Em cada carta, está escrita uma pequena introdução teórica, com base na Física, sobre o que significa a casa em que o jogador está e o que ele deverá realizar por ter caído naquela casa. Por exemplo, se dois pinos de caminhos opostos se encontrarem nas casas do LHC-b, ocorre uma colisão e uma das cartas que pode ser retirada pelos jogadores é a que aparece na Foto 8.



**Foto 8:** Exemplo de carta sorteada quando há dois pinos de cores diferentes na casa do LHC-b (acervo pessoal).

O texto da carta é o que segue: “Simetria CP (carga-paridade): cada partícula tem uma antipartícula idêntica de carga oposta e todo processo físico observado em um espelho segue as mesmas leis do não refletido. Há mais matéria do que antimatéria no universo devido à violação da simetria CP, que pode ser detectada pelo LHC-b. Por conta disso, cada um de vocês irá jogar mais uma vez e andar o número de casas tirado pelo outro jogador”.

Há também quatro casas com buracos negros, que podem ser formados durante as colisões que ocorrem no LHC, ainda que durante um intervalo de tempo tão pequeno que seus efeitos não afetem o experimento como um todo. No jogo, a casa do buraco negro é uma casa falsa, coberta com um tecido preto, de modo que o pino do jogador cai em um orifício dentro do tabuleiro ao atingir essa casa (Foto 9). Ao cair em um buraco negro, o jogador fica uma rodada sem jogar.



**Foto 9:** Casa do buraco negro no tabuleiro do jogo (acervo pessoal).

O número de casas a ser andado por cada jogador a cada rodada é determinado pelo sorteador de casas, construído para representar os aceleradores linear (LINAC) e circular (PS) (Foto 10). Um lançador move uma bolinha por uma canaleta reta (LINAC) (Foto 11) e ela atinge uma circunferência numerada de 1 a 10 (PS) (Foto 12). O número da casa em que a bolinha cair será o quanto cada pino irá se mover no tabuleiro. Como os aceleradores, no LHC real, determinam a velocidade do feixe, também no jogo são eles que indicam quantas casas cada pino vai andar.



**Foto 10:** Sorteador de casas a serem andadas pelos pinos no tabuleiro (acervo pessoal).



**Foto 11:** Lançamento da bolinha na canaleta que simula o LINAC (acervo pessoal).



**Foto 12:** Circunferência numerada que representa o PS. O número em que a bolinha cair indica quantas casas serão andadas no tabuleiro (acervo pessoal).

## Apresentação do jogo: jogando e aprendendo

Com o jogo construído, ele foi apresentado na Semana de Extensão 2011 do CEFET/RJ, em outubro desse ano, quando a comunidade do CEFET/RJ teve a oportunidade de conhecer e jogar o jogo (Foto 13).



**Foto 13:** Participantes em ação no jogo (acervo pessoal).

Os vencedores do jogo receberam como premiação um boneco que representava um bóson de Higgs estilizado, confeccionado pelos próprios alunos participantes do projeto (Foto 14).



**Foto 14:** Premiação aos vencedores do jogo (acervo pessoal).

É relevante mencionar também que os mafiosos sentiram a necessidade de preparar uma apresentação prévia ao jogo, a fim de dar a conhecer aos jogadores a parte da Física associada ao jogo, apresentar o CERN e o LHC e explicar as analogias entre o LHC real e o jogo. Essa preparação introduzia os jogadores no contexto do jogo, pois a grande maioria daqueles que visitavam as atividades da Semana de Extensão do CEFET/RJ não era familiarizada com a temática do jogo.

Os próprios alunos organizaram esse momento prévio ao jogo, com base nos materiais fornecidos inicialmente e em outros divulgados a eles posteriormente (MAXIMO-PEREIRA, 2011) e dividiram as tarefas entre si, em forma de revezamento. Desse modo, ao longo dos três dias em que o projeto foi apresentado, os sete mafiosos puderam participar de todas as fases que eles mesmos elaboraram para a inserção do jogo na comunidade do CEFET/RJ. Houve apresentação de *slides* com explicação dos alunos, exposição de pôsteres e cartazes sobre o LHC e as regras do jogo, uso de simulações em vídeo, entre outros, conforme pode ser observado na Foto 15.



Foto 15: Atividades de preparação, anteriores ao início do jogo (acervo pessoal).

## Conclusões

Minha percepção sobre o desenvolvimento do projeto como um todo foi a de que o processo de elaboração do jogo pelos estudantes colaborou para que pudessem aprender sobre o CERN e o LHC, além de possibilitar a eles aprofundar seus conhecimentos de Física Moderna e Contemporânea. O trabalho coletivo que realizaram, em todas as etapas do projeto, suscitou neles a necessidade de desenvolverem habilidades relativas à divisão e organização de tarefas, à discussão entre pares, à negociação de significados, à tomada de decisões, ao estabelecimento de relações, entre outras.

Ainda que por mim orientados, os estudantes conquistaram um papel de protagonistas neste projeto, na medida em que propuseram modos de trabalho, ideias para a configuração do jogo e até mesmo desenvolveram uma forma de introduzir o jogo aos jogadores, com base em conhecimentos de Física e levando em conta o contexto dos potenciais participantes do jogo.

Quanto aos jogadores, seus relatos orais durante o jogo e seus comentários posteriores a ele indicam que gostaram de participar da atividade e que puderam ter acesso a conhecimentos com os quais possivelmente não teriam um contato formal em outro contexto. No entanto, mesmo sendo o caráter lúdico do jogo um elemento que pode facilitar a aproximação entre os jogadores e os conhecimentos sobre o LHC e a Física de Partículas presentes nele, são necessárias pesquisas na área de ensino de ciências que indiquem os efeitos que tal estratégia didática teve nos participantes do jogo.

No que se refere à proposta do projeto, entendo que ele não poderia ter sido desenvolvido sem a minha prévia participação na *Escola*, pois os estudos realizados no CERN foram fundamentais para que eu pudesse orientar os alunos de forma adequada para a elaboração do jogo. Em outras palavras, a formação continuada do professor, propiciada pela *Escola*, mostra-se como um elemento central para que novas práticas pedagógicas cheguem à escola e, no caso da Física, para que a temática da Física Moderna e Contemporânea possa estar presente de maneira apropriada no contexto do Ensino Médio no Brasil.

## Referências

ANDRADE, V. A. **Imunostase - Uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia**. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2011.

MAXIMO-PEREIRA, M. LHC: o que é, para que serve e como funciona. **A Física na Escola** (Impresso), v. 12, p. 38-42, 2011.

MAXIMO-PEREIRA, M.; SALES, A. P. C.; VIDAL SOARES, A. A.; SILVA, D. J.; SOUZA, F. G. S.; SANTOS, L. R.; CATTEM, M. V. O.; MUNIZ, T. L. S. A MÁFIA invade o CERN: jogando e aprendendo sobre o LHC. In: EXPOTEC-2011 (Semana de Extensão CEFET/RJ - UnED Nova Iguaçu), 2011, Nova Iguaçu. Semana de Extensão 2011 - Mudanças Climáticas, Desastres Naturais e Prevenção de Riscos: estamos preparados? Rio de Janeiro: DIREX / DEAC (CEFET/RJ), 2011. p. 187.

MOREIRA, M. A. O modelo padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 31, p. 1306(1-11), 2009.



## NUNCA MAIS AS MINHAS AULAS FORAM AS MESMAS...

---

Dulcidio Braz Jr.\*

### **O LHC dá suporte didático a praticamente todas as áreas do ensino de Física**

**C**onhecer de perto o CERN e o LHC foi uma experiência incrível! A companhia dos dezenove colegas professores brasileiros da Escola do CERN 2010, a troca de experiências com os professores portugueses e também os africanos, a liderança do grupo pelo prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, a atenção e o carinho do prof. Dr. Pedro Abreu e dos outros pesquisadores de Portugal, só enriqueceram e tornaram ainda mais agradável o que posso chamar de inesquecível experiência.

Todo o conhecimento adquirido sobre a Física de Altas Energias, bem como toda a tecnologia que gira ao redor dos experimentos do LHC, mudaram definitivamente as minhas aulas e palestras de divulgação científica. Isso vale tanto para aulas expositivas, nas diversas turmas/séries em que leciono anualmente, quanto para as aulas escritas, nos materiais didáticos em que sou autor, incluindo o meu blog, o Física na Veia! (<[www.fisicanaveia.com.br](http://www.fisicanaveia.com.br)>). Passei a usar em diversas aulas, nas mais diversas áreas, da Física Clássica até a Moderna, exemplos do que vi e vivi lá em Genebra. O LHC passou a representar significativa parcela dos meus exemplos didáticos.

---

\* Escola de Física CERN 2010.

Abaixo apresento algumas ideias que venho explorando em minhas aulas e palestras, quase sempre para jovens estudantes, meu público-alvo preferencial.

Antes disso, destaco que, quando digo em turmas de ensino médio ou cursos preparatórios para o vestibular que em 2010 me capacitei no CERN e conheci o LHC de perto, o interesse dos alunos cresce exponencialmente. Há significativo aumento na curiosidade dos jovens estudantes e a maioria deles presta mais atenção nas explicações. E não é para menos: o LHC foi (e ainda será) destaque na mídia pela grandiosidade dos experimentos cuidadosamente desenhados para romper barreiras teóricas importantes na Física de ponta. Não há quem não se interesse em saber mais sobre o maior experimento científico de todos os tempos.

## O LHC nas aulas de Cinemática e Dinâmica Clássicas

A velocidade dos prótons no LHC poderá chegar ao valor  $V = 0,999999991c$ , ou seja, 99,9999991% da velocidade  $c$  da luz no vácuo ( $c$  vale aproximadamente 300.000 km/s ou  $3 \cdot 10^5$  km/s ou  $3 \cdot 10^8$  m/s). Nesta incrível rapidez, quantas voltas no anel de perímetro  $L = 27$  km um próton consegue dar a cada segundo?

Aplicando a ideia de velocidade média a cada próton, teremos:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{N \cdot L}{\Delta t}.$$

O número  $N$  de voltas é obtido por:  $N = \frac{V \cdot \Delta t}{L}$ .

Substituindo  $V = 0,99c$  e  $L = 27$  km, nesta expressão temos:

$$N = \frac{V \cdot \Delta t}{L} = \frac{0,99c \cdot \Delta t}{L} \cong \frac{0,99 \cdot 300000 \cdot 1}{27} \cong 11000 \text{ voltas}$$

Os prótons, quando atingirem máxima velocidade no LHC, estarão, aproximadamente<sup>1</sup> num MCU – Movimento Circular Uniforme – com frequência  $f = 11000$  Hz.

Para os padrões humanos, os prótons no LHC têm velocidade e frequência enormes. Para efeito de comparação, uma viagem de 27 km de distância percorrida de carro, equivalente a apenas uma volta no anel do LHC, em condições normais de trânsito fluindo com velocidade

---

<sup>1</sup> Considera-se aproximadamente porque na realidade, o perímetro do LHC não é uma circunferência, pois há trechos retos e curvos em sua trajetória.

média em torno de 54 km/h, demoraria meia hora. Para um próton no LHC demora apenas 1s/11000, aproximadamente 90  $\mu$ s.

Mesmo tendo pouca massa, cerca de  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, um próton nesta velocidade altíssima, por inércia, tem a tendência de escapar pela tangente da trajetória circular do anel do acelerador. Para garantir que a curva seja feita, uma força radial (ou centrípeta) deve puxar o próton para o centro do anel. De acordo com o Princípio Fundamental da Dinâmica de Isaac Newton, esta força resultante centrípeta, num tratamento clássico, para um anel de comprimento  $L = 27 \text{ km} = 2\pi r$  deve valer:

$$R_C = m \cdot a_C = m \cdot \frac{V^2}{r} = m \cdot \frac{(0,99c)^2}{\frac{L}{2\pi}} \cong 2 \cdot 3,14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot \frac{(0,99 \cdot 3 \cdot 10^8)^2}{27 \cdot 10^3}$$

$$\therefore R_C \cong 3,43 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

Com a correção relativística que faremos adiante, este valor ficará maior por conta do aumento da massa inercial com a velocidade relativística do próton.

Esta força centrípeta tem origem eletromagnética e é feita por eletroímãs supercondutores espalhados ao longo do anel.

Trata-se de uma força pequena para os padrões humanos. Mas devemos lembrar que ela é feita sobre um único próton, de massa minúscula (para os mesmos padrões humanos). Por isso mesmo a aceleração radial (ou centrípeta) terá valor bastante grande:

$$a_C = \frac{R_C}{m} \cong \frac{3,43 \cdot 10^{-14}}{1,67 \cdot 10^{-27}} \cong 2,05 \cdot 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

## O LHC nas aulas de Relatividade Restrita

Com velocidade de 99,9999991% da velocidade da luz no vácuo, devemos fazer correções relativísticas. O fator gama de Lorentz, responsável por estas correções, terá valor:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,999999991c)^2}{c^2}}} \cong 7453$$

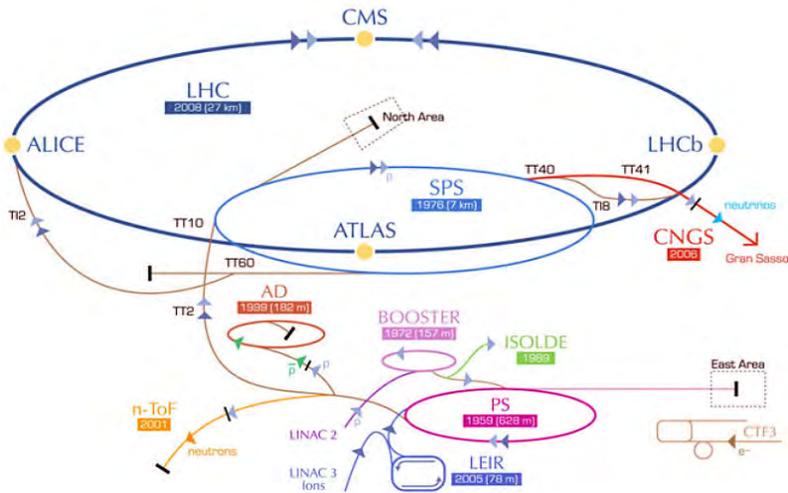
A massa do próton ( $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg) que usamos acima é a massa de repouso ( $m_0$ ). Com a correção relativística, a massa inercial aumentará pelo fator  $\gamma = 7453$  e será:

$$m = \gamma \cdot m_0 = 7453 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cong 1,24 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$$

A resultante centrípeta, que já calculamos anteriormente, também deve ser corrigida pelo fator  $\gamma = 7453$  e, do valor clássico de  $3,43 \cdot 10^{-14}$  N, saltará quatro ordens de grandeza para cima:

$$R_c \cong 7453 \cdot 3,43 \cdot 10^{-14} \cong 2,56 \cdot 10^{-10} \text{ N}$$

É conveniente registrar que o LHC é o quinto (e último) estágio do complexo de aceleradores do CERN, como apresentado no esquema abaixo.



Complexo de aceleradores e experimentos do CERN. FONTE: [www.cern.ch](http://www.cern.ch)

A sequência das cinco etapas de aceleradores que culminam no LHC é:

1. Linac 2 (Linear Accelerator 2) → 2. PS Booster (Proton Synchrotron Booster) → 3. PS (Proton Synchrotron) → 4. SPS (Super Proton Synchrotron) → 5. LHC (Large Hadron Collider).

O segundo estágio representa um *upgrade* no primeiro estágio, o terceiro um *upgrade* no segundo, e assim por diante. Desta forma, a cada estágio, os cientistas aproveitaram a energia já adquirida pelas partículas aceleradas para injetar ainda mais energia no sistema, aumentando a velocidade final. A tabela abaixo mostra as características de cada um destes aceleradores ratificando a evolução tecnológica temporal de cada etapa.

| <b>Acelerador</b> | <b>Tipo</b>     | <b>Inauguração</b>  | <b>Extensão</b> | <b>Velocidade<br/>(% de c)</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|
| <i>Linac 2</i>    | <i>Linear</i>   | 1958 <sup>(1)</sup> | 80 m            | 31,4                           |
| <i>PS Booster</i> | <i>Circular</i> | 1972 <sup>(2)</sup> | 157 m           | 91,6                           |
| <i>PS</i>         | <i>Circular</i> | 1959                | 628 m           | 99,93                          |
| <i>SPS</i>        | <i>Circular</i> | 1976                | 7 km            | 99,9998                        |
| <i>LHC</i>        | <i>Circular</i> | 2008                | 27 km           | 99,9999991 <sup>(3)</sup>      |

(1) O Linac foi inaugurado em 1958. O Linac 2 já é uma evolução deste acelerador e funciona desde 1978.

(2) Este estágio foi construído depois do próprio PS e tem a função de “turbinar” a aceleração dos prótons antes de entrar no PS.

(3) Este valor de velocidade da tabela corresponde a 100% da capacidade operacional da máquina. Até 2012 o LHC operou com 60% da sua capacidade energética.

É didático e produtivo sugerir (como exercício) que os alunos calculem o fator  $\gamma$  de Lorentz para cada estágio de aceleração dos prótons no LHC bem como a energia  $E_c$  relativística ao final de cada uma dessas etapas. A ideia é a seguinte:

Em repouso, um próton tem energia de repouso dada por:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2.$$

Em movimento, a energia do próton é maior e passa a valer:

$$E = m \cdot c^2 = \gamma \cdot m_0 \cdot c^2.$$

A nova energia  $E > E_0$  corresponde à energia de repouso  $E_0$  preexistente acrescida da energia cinética relativística  $E_c$ . Assim:

$$E = E_0 + E_c.$$

Logo, a energia cinética relativística de um próton será dada por:

$$E_c = E - E_0 = \gamma \cdot m_0 \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = (\gamma - 1) \cdot m_0 \cdot c^2$$

Podemos calcular o fator  $\gamma$  de Lorentz para cada estágio. Pela expressão de  $E_c$  acima, com os valores de  $\gamma$ , podemos facilmente encontrar o valor da energia cinética relativística final do próton para cada uma das cinco etapas de aceleração. Na tabela abaixo temos os valores do fator gama de Lorentz nos cinco estágios.

|                   | <i>Velocidade final</i> | <i>Cálculo de <math>\gamma</math></i>   |
|-------------------|-------------------------|---|
| <i>Linac 2</i>    | $V = 0,314c$            | $\gamma_{Linac2} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,314c)^2}{c^2}}} \cong 1,05$    |
| <i>PS Booster</i> | $V = 0,916c$            | $\gamma_{Booster} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,916c)^2}{c^2}}} \cong 2,49$   |
| <i>PS</i>         | $V = 0,9993c$           | $\gamma_{PS} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,9993c)^2}{c^2}}} \cong 26,73$      |
| <i>SPS</i>        | $V = 0,999998c$         | $\gamma_{SPS} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,999998c)^2}{c^2}}} \cong 500,00$  |
| <i>LHC</i>        | $V = 0,999999991c$      | $\gamma_{LHC} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,999999991c)^2}{c^2}}} \cong 7543$ |

Agora já podemos calcular os valores de  $E_c$  dos prótons. Mas vale observar que a unidade J (joule) de energia é muito grande quando estamos falando de um único próton. Por isso, é mais prático usarmos o eV (elétron-volt) que, por definição, é a quantidade de energia ( $\Delta E$ ) que uma partícula com carga elementar ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ ) recebe ao ser acelerada numa diferença de potencial  $U = 1 V$ . Assim:

$$\Delta E = q \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} C \cdot 1V = 1,6 \cdot 10^{-19} C \cdot 1 \frac{J}{C} = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

$$\therefore 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

E o oposto:

$$\frac{1eV}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1J \Rightarrow 1J = 6,25 \cdot 10^{18} eV$$

Também é bastante comum o uso de múltiplos de eV:

|                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| 1 keV = $1 \cdot 10^3$ eV    | 1 quilo elétron-volt |
| 1 MeV = $1 \cdot 10^6$ eV    | 1 mega elétron-volt  |
| 1 GeV = $1 \cdot 10^9$ eV    | 1 giga elétron-volt  |
| 1 TeV = $1 \cdot 10^{12}$ eV | 1 tera elétron-volt  |

Neste sistema de unidades bastante usual, a massa das partículas também será medida noutra unidade bem mais prática, alternativa

ao kg. Partindo de  $E = m \cdot c^2$ , isolamos a massa  $m = E/c^2$ . Se a energia for medida em  $[E] = eV$ , a unidade de massa será:

$$[m] = \frac{[E]}{c^2} = \frac{eV}{c^2}$$

Exemplo: Se a massa de repouso de uma partícula é  $m_0 = 200 eV/c^2$ , sua energia de repouso será:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2 = 200 \frac{eV}{c^2} \cdot c^2 = 200 eV$$

Neste sistema bastante prático, massa e energia têm o mesmo valor numérico. Assim, se conhecemos o valor da massa, de imediato sabemos o valor da energia correspondente. Isso simplifica bastante os cálculos.

Também é comum o uso de múltiplos de  $eV/c^2$ :

|   |   |
|---|---|
| 1 keV/c <sup>2</sup> = 1.10 <sup>3</sup> eV/c <sup>2</sup>  | 1 quilo elétron-volt por c <sup>2</sup> |
| 1 MeV/c <sup>2</sup> = 1.10 <sup>6</sup> eV/c <sup>2</sup>  | 1 mega elétron-volt por c <sup>2</sup>  |
| 1 GeV/c <sup>2</sup> = 1.10 <sup>9</sup> eV/c <sup>2</sup>  | 1 giga elétron-volt por c <sup>2</sup>  |
| 1 TeV/c <sup>2</sup> = 1.10 <sup>12</sup> eV/c <sup>2</sup> | 1 tera elétron-volt por c <sup>2</sup>  |

Como exemplo de conversão de unidade, veja a correspondência entre  $GeV/c^2$  (usual) e o kg (S.I.), lembrando que

$$J = N \cdot m = (kg \cdot m/s^2) \cdot m:$$

$$1 \frac{GeV}{c^2} = 1 \cdot 10^9 \frac{1,6 \cdot 10^{-19} J}{(3 \cdot 10^8 \frac{m}{s})^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-10} N \cdot m}{9 \cdot 10^{16} \frac{m^2}{s^2}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-10} kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m}{9 \cdot 10^{16} \frac{m^2}{s^2}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-10} kg \frac{m^2}{s^2}}{9 \cdot 10^{16} \frac{m^2}{s^2}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-10}}{9 \cdot 10^{16}} kg$$

$$\therefore 1 \frac{GeV}{c^2} \cong 1,78 \cdot 10^{-27} kg$$

O valor acima é ligeiramente maior do que a massa de repouso de um próton que é de  $1,67 \cdot 10^{-27} kg$ . Desta forma:

$$\begin{array}{l} 1,78 \cdot 10^{-27} kg \text{ ----- } 1GeV/c^2 \\ 1,67 \cdot 10^{-27} kg \text{ ----- } m_0 \end{array}$$

Pela regra de proporção simples acima descobrimos que a massa de repouso de um próton, em  $GeV/c^2$ , será:

$$m_0 \cong \frac{1,67 \cdot 10^{-27} kg}{1,78 \cdot 10^{-27} kg} \cong 0,938 \frac{GeV}{c^2}$$

Em  $\text{MeV}/c^2$  a massa do próton será:

$$m_0 \cong 938 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10^9 \text{ eV}}{c^2} \cong 938 \cdot \frac{10^6 \text{ eV}}{c^2} \cong 938 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Com o valor de massa de repouso do próton obtido acima em  $\text{MeV}/c^2$  e usando a expressão  $E_c = (\gamma - 1) \cdot m_0 \cdot c^2$ , vamos finalmente calcular a energia cinética relativística para cada uma das cinco etapas de aceleração, do Linac 2 até o LHC. A tabela abaixo nos mostra o resultado.

| <i>Estágio</i>    | <i>Cálculo</i>  | $E_c$          |
|-------------------|---|----------------|
| <i>Linac 2</i>    | $E_c^{\text{Linac}2} = (1,05 - 1) \cdot 938 \cdot 10^6 = 46900000 \cong 50 \cdot 10^6 \text{ eV}$     | <i>50 MeV</i>  |
| <i>PS Booster</i> | $E_c^{\text{Booster}} = (2,49 - 1) \cdot 938 \cdot 10^6 = 1397620000 \cong 1,4 \cdot 10^9 \text{ eV}$ | <i>1,4 GeV</i> |
| <i>PS</i>         | $E_c^{\text{PS}} = (26,73 - 1) \cdot 938 \cdot 10^6 \cong 25 \cdot 10^9 \text{ eV}$                   | <i>25 GeV</i>  |
| <i>SPS</i>        | $E_c^{\text{SPS}} = (500 - 1) \cdot 938 \cdot 10^6 \cong 450 \cdot 10^9 \text{ eV}$                   | <i>450 GeV</i> |
| <i>LHC</i>        | $E_c^{\text{LHC}} = (7692,31 - 1) \cdot 938 \cdot 10^6 \cong 7 \cdot 10^{12} \text{ eV}$              | <i>7 TeV</i>   |

No último estágio, já no LHC, cada próton poderá atingir energia de 7 TeV quando o acelerador estiver trabalhando em sua máxima capacidade, provavelmente a partir de 2015, depois das atualizações feitas durante o LS1 (*long shutdown 1*<sup>2</sup>).

Numa colisão frontal próton-próton a energia total será de

$$7 + 7 = 14 \text{ TeV.}$$

## O LHC nas aulas de Eletrostática e de Eletromagnetismo

Dentro do anel do LHC os prótons ficam sujeitos à força de Lorentz que tem um componente elétrico e outro magnético:

$$\vec{F} = \vec{F}_{el} + \vec{F}_{mag}$$

O componente elétrico da força de Lorentz sobre um próton de carga elétrica

$$q_p = +e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C (carga elementar)}$$

é dado por

<sup>2</sup> Todo o complexo do LHC esteve desativado entre o final de 2013 e boa parte de 2014 para revisão técnica e melhorias no sistema num processo que foi chamado de LS1.

$$\vec{F}_{el} = e \cdot \vec{E}$$

O campo elétrico atua por radiofrequência. Logo, não é estático, oscilando no decorrer do tempo com frequência  $f = 400$  MHz. O pico do valor do campo elétrico  $E$  oscilante chega a  $5$  MV/m (ou MN/C). Isso quer dizer que os prótons são acelerados com uma força elétrica pulsante cuja intensidade máxima pode chegar a:

$$F_{el} = 1,6 \cdot 10^{-19} C \cdot 5 \cdot 10^6 \frac{N}{C} = 8 \cdot 10^{-13} N$$

Uma força desta ordem de grandeza consegue conferir ao próton de massa  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg uma aceleração linear (ou tangencial) de valor:

$$a_t = \frac{F_{el}}{m} = \frac{8 \cdot 10^{-13} N}{1,67 \cdot 10^{-27} kg} = \frac{8 \cdot 10^{-13} kg \cdot \frac{m}{s^2}}{1,67 \cdot 10^{-27} kg} \cong 5,0 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2}$$

Em outros estágios de aceleração (PS Booster, PS, SPS e LHC) ocorre algo semelhante e os prótons também são acelerados por radiofrequência.

A componente magnética da força de Lorentz é dada pela “Regra da mão esquerda”:

| Direção e sentido  | Intensidade  |
|--|--|
|  | $F_{mag} = e \cdot V \cdot B \cdot \text{sen}\theta$ |

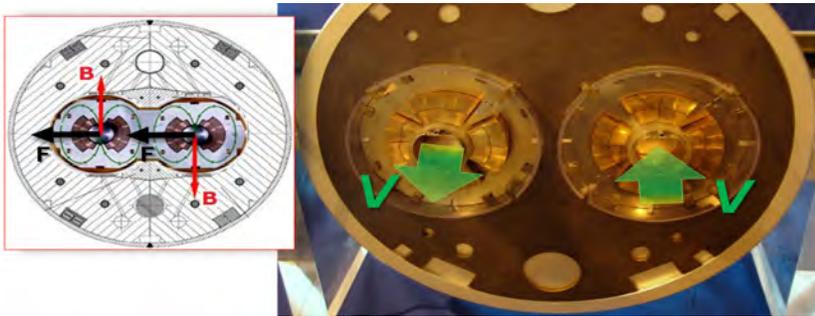
onde  $V$  é a velocidade dos prótons ( $V = 0,999999991c$ ),  $B$  a intensidade do campo magnético dipolar e  $\theta = 90^\circ$  é o ângulo entre o vetor velocidade  $V$  e o vetor campo magnético  $B$ . Substituindo o valor de  $\theta = 90^\circ$  encontramos:

$$F_{mag} = e \cdot V \cdot B$$

Com já discutido anteriormente, a força magnética ( $F_{mag}$ ) atua como resultante centrípeta. Isso ocorre porque o vetor força magnética ( $F_{mag}$ ) é perpendicular ao vetor velocidade ( $V$ ). Desta forma, a força magnética ( $F_{mag}$ ) não possui componente vetorial na direção do vetor velocidade ( $V$ ), só produzindo aceleração radial (ou centrípeta), ou seja,

provocando mudança apenas na direção/sentido do vetor velocidade ( $V$ ). Fica por conta do campo elétrico ( $E$ ) a tarefa de empurrar os prótons para frente, aumentando a intensidade da velocidade ( $V$ ) enquanto o campo magnético ( $B$ ) puxa os prótons para o centro do anel.

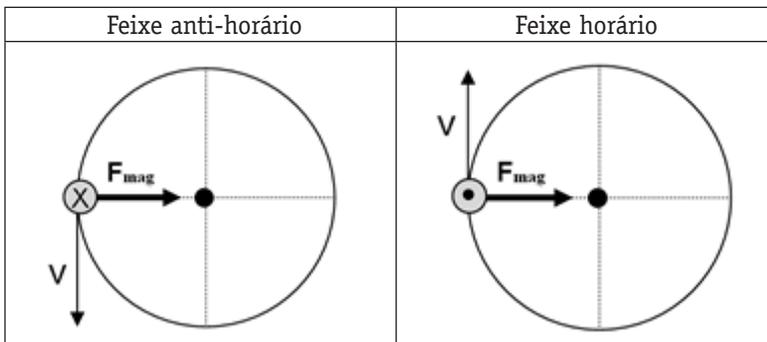
Como são dois feixes que têm carga elétrica de mesmo sinal e circulam em sentidos opostos no anel do acelerador, pela “Regra da Mão Esquerda”, deve haver dois campos magnéticos distintos, um para cada feixe, para que sejam produzidas as resultantes radiais que puxam os prótons de ambos os feixes para o centro do anel, como mostrado na figura abaixo.



Corte transversal de um magneto do LHC (esquema, à esquerda, e foto, à direita)

FONTE: fotomontagem retirada de slide de palestra do prof. Dulcideo Braz Jr.

Numa vista superior do anel circular do LHC (figura que segue), percebemos que o vetor campo magnético  $B$  que vai atuar no feixe que circula no sentido anti-horário tem que ser para baixo (ou entrando no plano da folha de papel) e o outro vetor campo magnético que vai atuar no feixe que circula no sentido horário deve ser para cima (ou saindo do plano da folha de papel).



A força magnética  $F_{\text{mag}} = e.V.B$ , com caráter de resultante centrípeta, tem valor  $R_c = 2,56 \cdot 10^{-10}$  N, já com correção relativística da massa inercial do próton, calculada anteriormente. Como sabemos os valores da velocidade ( $V = 0,99c = 0,99 \cdot 3 \cdot 10^8$  m/s) e da carga elementar do próton ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C), podemos estimar o valor do campo magnético  $B$  produzido por cada dipolo:

$$2,56 \cdot 10^{-10} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (0,99 \cdot 3 \cdot 10^8) \cdot B \Rightarrow B = 5,4T$$

Na prática, como os dipolos não estão distribuídos uniformemente em toda a extensão do anel, o valor de  $B$  é um pouco maior. Cada dipolo tem cerca de 14,3 m. São ao todo 1.232 dipolos. Logo, eles ocupam um comprimento efetivo de  $1232 \times 14,3 \cong 17618$  m. Então, o campo magnético no LHC deve valer:

$$B = \frac{27000m}{17618m} \cdot 5,4T \cong 8,3T$$

A imagem abaixo nos dá uma ideia das dimensões do dipolo dentro dos quais passam os dois feixes de prótons.

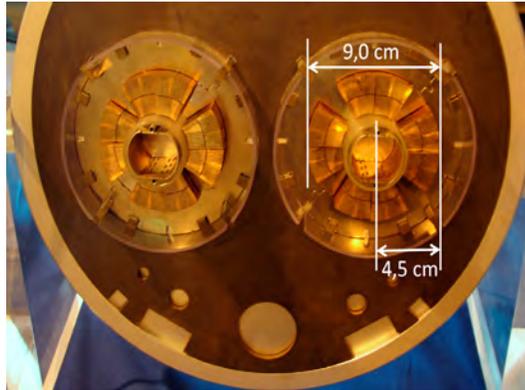


Foto mostrando um corte transversal de um magneto do LHC com medidas reais dos dipolos (acervo pessoal).

Como nos mostra a figura, os dipolos são feitos por bobinas cilíndricas, de perfil circular com diâmetro  $D = 2r = 9$  cm, ou seja, com raio  $r = 4,5$  cm. Cada bobina tem  $N = 100$  voltas de fio. Sabemos que o campo magnético no centro de uma bobina de raio  $r$  percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i$  no vácuo (onde a permeabilidade magnética vale  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A) pode ser obtido por:

$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r}$$

Então podemos estimar o valor da intensidade de corrente elétrica  $i$  nos dipolos do LHC:

$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r} \Rightarrow 8,3 = 100 \cdot \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot i}{2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow 8,3 \cong 10^2 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot i}{9 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow i \cong 12000A$$

Para efeito de comparação, num chuveiro elétrico residencial, a intensidade de corrente elétrica típica média varia entre 20A e 30A, dependendo do ajuste de temperaturas nas posições verão ou inverno (respectivamente). O resistor do chuveiro, ao ser percorrido por corrente elétrica, aquece por Efeito Joule e com isso fornece calor para uma grande quantidade de água corrente, garantindo o conforto de um banho morno. Imagine o superaquecimento de bobinas com correntes elétricas de 12.000A, cerca de 400 vezes maiores do que num chuveiro! Vale lembrar que a potência dissipada por Efeito Joule num condutor elétrico de resistência  $R$  vale  $P_{\text{diss}} = R \cdot i^2$ , ou seja, depende do quadrado da intensidade de corrente elétrica. Com a corrente elétrica enorme de cerca de 12.000A necessária para manter os prótons em trajetória circular dentro do anel do LHC, o Efeito Joule seria destruidor para o experimento. Por isso mesmo os fios são feitos de uma liga de nióbio, material supercondutor que, abaixo da temperatura crítica  $T_c = 9,3 \text{ K}$ , tem comportamento supercondutor, com resistividade elétrica nula, não oferecendo mais resistência elétrica à passagem de corrente, o que significa zero de Efeito Joule, ou seja, dissipação nula da energia elétrica na forma de calor.

Para garantir a supercondutividade, as bobinas do LHC são resfriadas até cerca de 2 K (- 271° C) num processo criogênico que será descrito mais à frente no texto.

Vale lembrar que o Brasil possui a maior reserva de nióbio do mundo e todo o nióbio presente no LHC é brasileiro.

## O LHC nas aulas de Eletrodinâmica

O movimento circular dos prótons no LHC em cada um dos feixes equivale a uma corrente elétrica de intensidade  $i$  dada por:

$$i = \frac{\Delta Q_{\text{total}}}{\Delta t}$$

Sabemos que cada feixe é composto por 2.808 pacotes de prótons e cada pacote tem  $1,15 \cdot 10^{11}$  prótons. Em cada segundo, todos esses prótons completam 11.000 voltas no anel, ou seja, passam 11.000 vezes por uma área de secção transversal do tubo. Logo, a intensidade de corrente elétrica correspondente a cada feixe vale:

$$i = \frac{\Delta Q_{total}}{\Delta t} = \frac{11000 \cdot 2808 \cdot 1,15 \cdot 10^{11} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C}{1s} \cong 0,57 A \cdot$$

A corrente elétrica equivalente ao movimento de cada feixe de prótons é bem pequena.

## O LHC nas aulas de Ondulatória e de Movimentos Periódicos

A aceleração linear (ou tangencial) dos prótons não é feita por uma diferença de potencial (d.d.p.) contínua. Para acelerar os prótons são usadas cavidades ressonantes de radiofrequência que pulsam a uma taxa 400 milhões de vezes por segundo, ou seja, apresentam frequência  $f = 400$  MHz. Tal oscilação corresponde a um período  $T$  dado por:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{400 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = \frac{1}{4 \cdot 10^8 \frac{1}{s}} \cong 2,5 \cdot 10^{-9} s$$

Na prática, é como se os prótons fossem “surfistas” nas cristas das ondas de radiofrequência.

## O LHC nas aulas de Calorimetria, Termometria e Termodinâmica

A energia de 7 TeV de cada próton circulando no LHC é grande ou pequena?

Para os padrões humanos é pequena, pois cada eV corresponde a apenas  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J.

Assim, 7 TeV valem  $7 \cdot 10^{12} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ J}$  (ou 1,12  $\mu\text{J}$ ).

Mas vale lembrar que esta energia está em apenas um minúsculo próton de pequeníssima massa de  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg (ou 938 MeV/ $c^2$ ). Para o próton, tal energia é enorme!

Vale ainda lembrar que no LHC os prótons viajam em dois feixes simultâneos, em sentidos opostos. Cada um dos feixes é constituído de 2.808 pacotes (ou *bunches*) com  $1,15 \cdot 10^{11}$  prótons cada um. E cada próton, como já vimos, poderá ter energia máxima de  $1,12 \cdot 10^{-6}$  J. Portanto, a energia total máxima (simultânea) de todos os prótons viajando pelos dois feixes dentro do anel vale:

$$E_{total} = 2 \text{ feixes} \cdot 2808 \frac{\text{pacotes}}{\text{feixe}} \cdot 1,15 \cdot 10^{11} \frac{\text{prótons}}{\text{pacote}} \cdot 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{J}}{\text{próton}} \cong 7,24 \cdot 10^8 \text{ J}$$

O que é possível fazer com essa energia? Sabemos que o calor latente de fusão do gelo é  $L = 80 \text{ cal/g}$ . Cada caloria vale aproximadamente  $4,2 \text{ J}$ . Logo,  $L = 80 \times 4,2 = 336 \text{ J/g} = 336 \text{ kJ/kg} = 3,36 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Com a energia total dos prótons circulando dentro do anel do LHC, quantos quilogramas de gelo (a  $0^\circ\text{C}$ ) conseguiríamos fundir? E a resposta vem facilmente por:

$$Q = m \cdot L \Rightarrow 7,24 \cdot 10^8 \text{ J} = m \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\therefore m = \frac{7,24 \cdot 10^8 \text{ J}}{3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \cong 2,15 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Concluimos que, com a energia total de todos os prótons circulando no LHC, daria para derreter integralmente cerca de duas toneladas de gelo.

Desperta muita curiosidade nos alunos o fato de que a temperatura do espaço exterior fica em torno de  $2,7 \text{ K}$  (a temperatura da radiação cósmica de fundo). Mas os eletroímãs do LHC são resfriados a uma temperatura ainda menor, por volta de  $2 \text{ K}$ , apenas dois graus acima do Zero Absoluto.

Como já discutimos em Eletrodinâmica, para correntes elétricas enormes, da ordem de  $12 \text{ kA}$ , o Efeito Joule dissiparia nas bobinas do LHC, na forma de calor, uma quantidade brutal de energia. Para evitar tais perdas, que possivelmente inviabilizariam o experimento, fios supercondutores são usados nas bobinas. Portanto, para funcionar, dentro dos dipolos do LHC há um sofisticado esquema criogênico que funciona em duas etapas:

- 1ª) Resfriamento até  $-196^\circ\text{C}$  ( $77 \text{ K}$ ) com Nitrogênio líquido;
- 2ª) Resfriamento até  $-271^\circ\text{C}$  ( $2 \text{ K}$ ) com Hélio líquido.

Quando abordo as escalas de temperatura (geralmente as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin) com os alunos, costumo citar o “truque” criogênico de resfriamento do LHC como exemplo didático.

Muitos alunos perguntam “como os cientistas conseguem os prótons para os experimentos no LHC?”. É bastante interessante argumentar que cada átomo de hidrogênio, o elemento mais simples da natureza, tem apenas um próton (no núcleo) e um único elétron (na ele-

trostera). Com uma descarga elétrica é possível retirar o único elétron do hidrogênio. E então “sobra” o “caroço”, o próton. Esta é a fonte de prótons do LHC que fica no início do Linac 2, um acelerador linear.



LINAC 2, o primeiro acelerador do complexo de aceleradores do CERN (acervo pessoal).

Este processo ocorre num aparato conhecido como Duoplasmatron, o objeto metálico logo abaixo do cilindro de  $H_2$  na foto a seguir, onde se lê “a proton source”.



Garrafa com hidrogênio acoplada ao Duoplasmatron, fonte de prótons do LHC (acervo pessoal).

Outra curiosidade que desperta bastante interesse nos alunos e tem efeito didático bastante eficiente é estimarmos quanto de hidrogênio o LHC usa a cada operação e, conseqüentemente, quanto tempo

pode durar a garrafinha (ou cilindro) de  $H_2$  que fornece os prótons para o primeiro estágio de aceleração (Linac 2).

Sabemos que no LHC circulam 2 feixes simultâneos. Cada feixe tem 2.808 pacotes de prótons. E cada pacote tem  $1,15 \cdot 10^{11}$  prótons. O total de prótons circulando simultaneamente no LHC é:

$$N_{\text{prótons}}^{\text{total}} = 2 \text{ feixes} \cdot 2808 \frac{\text{pacotes}}{\text{feixe}} \cdot 1,15 \cdot 10^{11} \frac{\text{prótons}}{\text{pacote}} \cong 6 \cdot 10^{14} \text{ prótons}$$

Conclusão: cada vez que o LHC é colocado para funcionar, são usados  $6 \cdot 10^{14}$  prótons.

Supondo, por aproximação, que o hidrogênio seja um gás ideal, podemos usar para ele a equação de estado  $pV = n \cdot R \cdot T$ . Supondo ainda que a pressão interna na garrafinha de hidrogênio seja de  $1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e que a sua temperatura seja a temperatura ambiente média de  $T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$ , para cada  $1 \text{ cm}^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$  de volume, sabendo que  $R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ , teremos:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 293 \text{ K} \Rightarrow n \cong 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Logo, o número de moléculas (diatômicas) de hidrogênio ( $H_2$ ) será:

$$N = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{moléculas}}{\text{mol}} \cong 2,41 \cdot 10^{19} \text{ moléculas}$$

E, como cada molécula contribui com dois átomos, teremos um total de  $2 \times 2,41 \cdot 10^{19}$ , ou seja, aproximadamente  $5 \cdot 10^{19}$  átomos de hidrogênio. Cada átomo perde um elétron por ionização no Duoplasmatron e, portanto, cada  $1 \text{ cm}^3$  de  $H_2$  vai fornecer cerca de  $5 \cdot 10^{19}$  prótons.

Conclusão: cada vez que o LHC é “carregado”, são usados  $6 \cdot 10^{14}$  prótons. Com menos de  $1 \text{ cm}^3$  de  $H_2$  é possível “carregar” o anel do LHC com prótons, colocando-o para funcionar plenamente.

Analisando o resultado acima, percebemos que uma garrafinha típica de hidrogênio, de formato cilíndrico, comercializada com massa de 5 kg, deve durar muito tempo. Mas a pergunta, ainda não respondida, é exatamente quanto tempo?

Para o hidrogênio, de massa molar  $M = 2 \text{ g/mol}$ , podemos estimar o número  $n$  de mols na garrafinha de massa total  $m = 5 \text{ kg}$  fazendo:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5000g}{2 \frac{g}{mol}} = 2500mols$$

Logo, dentro da garrafinha estimamos haver  $2.500 \times 6,02 \cdot 10^{23} \cong 1,5 \cdot 10^{27}$  moléculas. Como cada molécula é diatômica, teremos o dobro de átomos, ou seja,  $3,0 \cdot 10^{27}$  átomos. Como cada átomo contribui com um próton, estimamos que dentro da garrafinha de 5 kg de massa há  $3,0 \cdot 10^{27}$  prótons “disponíveis para uso”.

Supondo que no processo de ionização do Duoplasmatron a eficiência na obtenção de prótons seja de 70%, uma garrafinha de 5kg de Hidrogênio pode fornecer ao Linac 2 cerca de  $0,7 \times 3,0 \cdot 10^{27} = 2,1 \cdot 10^{27}$  prótons.

Já foi calculado que, a cada “carga” do LHC, são usados aproximadamente  $6 \cdot 10^{14}$  prótons. Logo, com  $2,1 \cdot 10^{27}$  prótons injetados no Linac 2, o número de “cargas” completas do LHC será de

$$2,1 \cdot 10^{27} / 6 \cdot 10^{14}, \text{ ou seja, } 3,5 \cdot 10^{12} \text{ cargas.}$$

Em operação normal, o LHC é “recarregado” com prótons a cada 10h. Considerando um total de  $3,5 \cdot 10^{12}$  “cargas” a cada 10 horas, teremos um tempo total de uso do cilindro de  $H_2$  dado por

$$\Delta t = 3,5 \cdot 10^{12} \times 10 = 3,5 \cdot 10^{13} \text{ h.}$$

Difícil raciocinar em horas. Mas podemos converter este período de tempo para anos:

$$1 \text{ ano} = 365 \text{ dias} \times 24 \text{ h} = 8760 \text{ h} = 9 \cdot 10^3 \text{ h}$$

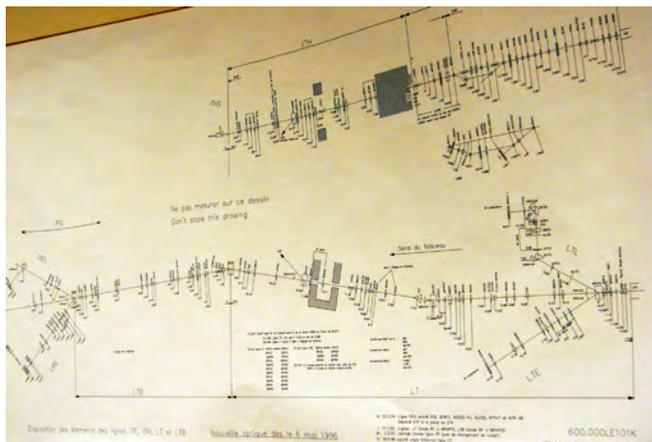
$$\Delta t = 3,5 \cdot 10^{13} \text{ h} / 9 \cdot 10^3 \text{ h} \cong 4 \cdot 10^9 \text{ anos}$$

Com uma simples garrafinha de 5 kg de hidrogênio dá para fazer o LHC funcionar por 4 bilhões de anos ininterruptos! Incrível, não? Isso supondo que a garrafinha tenha vedação ideal. Na prática, é bem provável que o gás acabe antes por efeito de perda de matéria para o meio externo por conta da vedação não ser 100% eficiente.

Vale ainda lembrar que nos tubos por onde passam os feixes de prótons é feito ultravácuo. É que nada pode estar no caminho dos prótons, o que poderia roubar energia das partículas ou até mesmo desviá-las para uma possível colisão com as paredes do tubo, inviabilizando o experimento. A pressão interna na tubulação por onde circulam os prótons é da ordem de  $10^{-11}$  Pa, cerca de dez vezes menor do que a pressão atmosférica na Lua que, na maioria das vezes, de tão pequena, já é considerada desprezível.

## O LHC nas aulas de Óptica Geométrica

Numa das visitas monitoradas na Escola do CERN 2010, vimos numa parede um intrincado esquema que lembrava uma associação de lentes ópticas (imagem abaixo).



Esquema dos colimadores magnéticos do feixe de prótons, análogos magnéticos de lentes ópticas (acervo pessoal).

Indagado sobre o que era aquilo, o pesquisador que nos guiava explicou tratar-se da disposição dos quadrupolos magnéticos que colimam o feixe de prótons. Como os prótons (de mesma carga) se repelem, há uma tendência de os pacotes de prótons se desfazerem. Mas os quadrupolos compensam a repulsão eletrostática atuando sobre os prótons de forma parecida como as lentes convergentes agem sobre a luz.

Nas minhas aulas de lentes, em Óptica Geométrica, sempre que possível, abordo o tema lentes gravitacionais (da Relatividade Geral de Einstein) como desdobramento natural do tema lentes ópticas. A partir da Escola do CERN, passei a citar também as lentes magnéticas.

## Física Moderna para o Sistema Anglo de Ensino/Abril Educação

Em 2012 fui convidado para escrever algumas aulas de Física Moderna para o Sistema Anglo de Ensino/Abril Educação. Estas aulas foram publicadas para escolas parceiras do sistema, em todo o território brasileiro, a partir de 2013.

O convite veio pelo fato de que desde 2002, quando lancei o livro **Tópicos de Física Moderna** pela editora Companhia da Escola (atual Sistema Integral de Ensino), venho me dedicando ao ensino de Relatividade, Quântica e Cosmologia para jovens estudantes do final do ensino médio e início do ensino superior.

Neste novo projeto, a experiência adquirida na Escola de Física do CERN 2010 foi fundamental, tanto nas aulas de Relatividade Restrita quanto na aula específica sobre o Modelo Padrão de Partículas Elementares.

Abaixo transcrevo dois trechos do texto original do material, protegido por direitos autorais, um que aborda o Bóson de Higgs e outro que fala dos aceleradores de partículas com ênfase no LHC.

Trecho I

### **“Por Que Chamam o Bóson de Higgs de “Partícula de Deus?”**

Leon M. Lederman, laureado em 1988 com o Nobel de Física, publicou em 1993 um livro (ainda sem tradução para o português) cujo título original era *The goddamn particle* (“A partícula maldita”) que contava a história da Física de partículas para leigos com ênfase na partícula de Higgs. O editor achou que o nome não era bom e, pensando em turbinar a venda da obra, sugeriu que o título fosse trocado por *The God particle* (“A partícula de Deus”). Isso gerou atritos entre Ciência e Religião, pois o uso da palavra Deus soou desrespeitoso para alguns religiosos. Além disso, gerou a falsa ideia na população leiga de que a busca pelo bóson de Higgs era uma tentativa de provar a existência de Deus.”

Trecho II

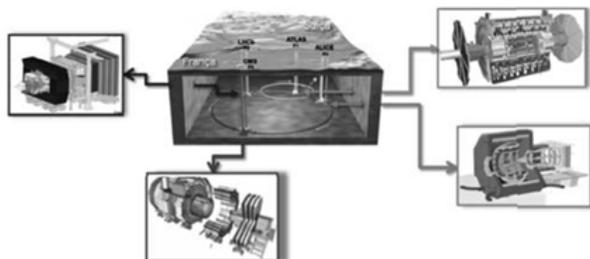
### **“Aceleradores de Partículas**

Nos primórdios da Física de partículas, os cientistas usaram equipamentos modestos em pequenos laboratórios, como o tubo de raios catódicos utilizado na descoberta do elétron.

Para estudar eventos de maior energia, os cientistas valiam-se dos raios cósmicos, partículas naturais que vêm do espaço e entram na atmosfera. Como podem decair antes de chegar ao solo, os experimentos eram feitos no topo de montanhas e a detecção das partículas era feita com emulsões.

Mas a necessidade de provocar eventos controlados deu origem a aceleradores de partículas. E a necessidade de gerar eventos cada vez mais

energéticos fez com que se desenvolvesse aceleradores cada vez maiores. O maior deles, que também é a maior e mais complexa máquina tecnológica de todos os tempos, é o LHC – *Large Hadron Collider* –, pertencente ao CERN e que fica em um túnel subterrâneo de 27 km de circunferência na fronteira entre França e Suíça. Nesse acelerador circular gigante, acontecem colisões entre prótons ou entre íons de chumbo em quatro experimentos principais ao longo do anel: ATLAS, ALICE, CMS e LHCb.



Ele opera desde 2008 e foi construído em um esforço conjunto entre países da Europa para, entre outras coisas, detectar o bóson de Higgs. O anel subterrâneo já existia e abrigava o antigo LEP – *Large Electron-Positron Collider* –, acelerador menos energético inaugurado no final dos anos 1980 do século passado e que acelerava e colidia elétrons com pósitrons (antielétrons). O LEP foi construído com o propósito de estudar mais a fundo o bóson  $Z_0$ . E teve muito sucesso. Mas encerrou suas atividades para dar lugar ao LHC, que aproveitou o túnel subterrâneo, encravado na rocha, a cerca de 100 m de profundidade e que é uma obra significativa de engenharia.

Todo o equipamento foi substituído por outro muito mais complexo e moderno e que será capaz de acelerar prótons e íons até 99,99% da velocidade da luz no vácuo quando o LHC operar na sua capacidade plena. Mesmo operando em 60% do seu potencial, o LHC já está fazendo história.”

## **Palestra: “Um passeio virtual pelo maior experimento científico de todos os tempos”**

Desde que voltei da Escola do CERN 2010, montei uma palestra multimídia de divulgação científica sobre o LHC. Esta palestra vem sendo aperfeiçoada e já foi apresentada em diversos eventos.

Em agosto de 2011 ela foi apresentada na VII SeFis – Semana de Física da UFSCar – Universidade Federal de São Carlos, em São Carlos, interior de São Paulo, para um público de cerca de 80 pessoas, formado basicamente por graduandos de exatas daquela instituição.



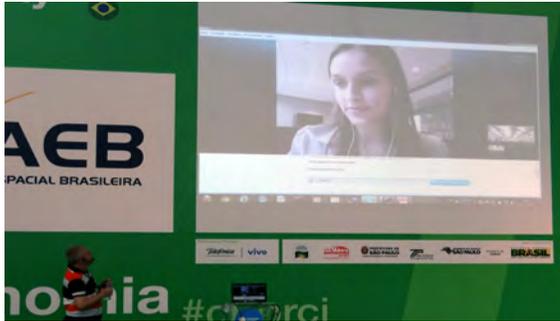
Palestra na SEFis 2011 na UFSCar (acervo pessoal).

Em fevereiro de 2012, já bastante ampliada, a palestra foi proferida na quinta edição da Campus Party Brasil, maior evento de tecnologia, inovação e internet do Brasil, realizado no Parque Anhembi, São Paulo. Participou da palestra, num enorme telão, via Skype, diretamente do CERN em Genebra, Suíça, minha caríssima ex-aluna Flávia de Almeida Dias, que na época era doutoranda pelo IFT – Instituto de Física Teórica da UNESP, São Paulo, integrante do SPRACE – São Paulo Research and Analysis Center e que estava estagiando no LHC como complemento da sua formação acadêmica. Com enorme sucesso, a Flávia respondeu a inúmeras perguntas da plateia formada essencialmente por jovens. E a palestra foi transmitida via Web, em tempo real, por *streaming*. O público presente foi de cerca de 250 pessoas, mas a transmissão via Web certamente atingiu muitos mais.

Em agosto de 2012 a Flávia apresentou um trabalho na 9th Scottish Universities Summer School in Physics, na Escócia, e recebeu das mãos do próprio Peter Higgs, o “pai” do Bóson de Higgs, o prêmio de melhor trabalho original apresentado no evento. Em outubro de 2013, Peter Higgs foi laureado com o Nobel de Física<sup>3</sup>.

---

3 Peter Higgs dividiu o Nobel de Física 2013 com François Englert pelo mecanismo teórico que explica a origem da massa das partículas subatômicas confirmado pela descoberta do Bóson de Higgs em experimentos do ATLAS e do CMS no LHC ([http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2013](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013)).



Palestra na Campus Party São Paulo em fevereiro de 2012 (acervo pessoal).



Flávia de Almeida Dias e Peter Higgs na 9th Scottish Universities Summer School in Physics (acervo pessoal de Flávia Almeida Dias).

## Saldo positivo

Ratificando o que disse logo na abertura do capítulo, participar da Escola de Física do CERN 2010 foi uma experiência incrível e que muito enriqueceu meu repertório pessoal de exemplos práticos para aulas e palestras nas mais diversas áreas, da Física Clássica à Física Moderna. Também me deu subsídios para textos didáticos e *posts* no meu *blog*.

Faço votos de que a Escola de Física do CERN em Língua Portuguesa com a participação de professores brasileiros se fortaleça cada vez mais e que outros inúmeros professores do Brasil tenham o mesmo privilégio que tive de conhecer de perto o CERN e tudo o que há de mais avançado em pesquisa na área de Física de Altas Energias, bem como o LHC, o maior e mais complexo aparato científico experimental já feito pelo homem.

## **Sobre os Autores**



**ALEX VIEIRA DOS SANTOS** é engenheiro de Produção Civil e licenciado em Construção Civil pela Universidade do Estado da Bahia, mestre e doutorando em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA - Universidade Federal da Bahia/UEFS. Atualmente é professor M-IV pela Secretaria de Educação do Estado da Bahia e professor Adjunto I na Universidade Salvador (UNIFACS). Atua como Supervisor no PIBID/UFBA/Física. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**ALMIR GUEDES DOS SANTOS** é licenciado em Física pela UFRJ, especialista em Educação Tecnológica pelo CEFET-RJ e mestre em Ensino de Física pela UFRJ. Atualmente é professor do ensino básico, técnico e tecnológico do campus Nilópolis do IFRJ, no qual atua como coordenador da Licenciatura em Física; da rede pública estadual do Rio de Janeiro e supervisor do subprojeto Física do PIBID/UFRJ. Participou da Escola de Física do CERN em 2012.



**AMADEU ALBINO JÚNIOR** é bacharel e licenciado em Física pela UFRN, egresso do primeiro Programa PET/CAPES em Física do Brasil, mestre em Física da Matéria Condensada pela UFRN. É conhecido como MAGO DA FÍSICA devido ao seu projeto de Ensino de Física em Ambientes Virtuais. Desenvolve pesquisas em Ensino de Física e tem cooperado com o detector ATLAS na popularização das Visitas Virtuais e nos esforços para expansão de núcleos do Masterclass pelo Norte e Nordeste do País. Atualmente é professor efetivo do IFRN. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**AMANDA VIVIAN MEDEIROS DE SOUZA** é licenciada em Física pela UFRN e especialista em Metodologia em Ensino de Física e Matemática pelo Grupo Uninter, PR. Atualmente é professora na Escola Estadual Zila Mamede, de Ensino Médio em Natal, RN. Participou da Escola de Física CERN, em 2013.



**ANA CARLA LIMA FONSECA COUTINHO** é licenciada em Física pela UFRRJ, especialista em Ensino de Ciências da Natureza pela UFF, mestranda em Ensino de Física pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é professora do Colégio Estadual Pierre Plancher, em Mesquita, Rio de Janeiro.

Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**ANA PAULA SANTOS REBELLO** é licenciada em Física e em Matemática pela UFRGS, especialista em Física na Educação Básica pela UFRGS e em Educação Matemática pela UNISINOS, mestre em Educação em Ciências e Matemática e doutoranda em Educação em Ciências e Matemática pela PUCRS. Atualmente é professora da FAPA, da Faculdade Decision de Negócios, UNISINOS, da Escola Estadual de Ensino Médio Infante Dom Henrique, da Escola Municipal Professor Anísio Teixeira e do Colégio Pastor Dohms em Porto Alegre, RS.

Participou na Escola de Física CERN em 2013.



**ANAXIMANDRO DALRI MERIZIO** é licenciado em Física pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e especialista em Educação a Distância pelo SENAC. Atualmente é professor de Física no Colégio Cônsul Carlos Renaux, em Brusque; no SENAI, em Tijucas, e na Escola de Educação Básica de São João Batista, em São João Batista, Santa Catarina.

Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**ANDERSON GUIMARÃES GUEDES** é licenciado em Física pela UFRN, especialista em Educação Matemática pelo IES Presidente Kennedy, mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática com foco em Ensino de Física também pela UFRN. Desenvolve pesquisas em Ensino de Física e tem cooperado com o detector ATLAS na popularização das Visitas Virtuais e nos esforços para expansão de núcleos do Masterclass pelo Norte e Nordeste do País. Atualmente é professor da Rede Estadual de Educação do RN e técnico em Física da ECT-UFRN.

Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**ANDRÉIA CRISTIANE MÜLLER** é formada em Licenciatura Curta em Ciências – Habilitação: Ciências e Matemática do Ensino Fundamental pela UNICRUZ, Licenciatura Plena de Física do Ensino Médio – Habilitação Matemática do Ensino Fundamental e especialista em Ensino de Física pela UNIJUÍ. Atualmente é professora no Colégio Estadual 25 de Julho na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, onde também é professora supervisora do Subprojeto de Física do PIBID pela UNISINOS. Participou da Escola de Física CERN em 2011.



**ANGELA MARIA DOS SANTOS** é licenciada e bacharel em Física pela UFPR, mestre em Física Teórica pela UFPR e doutora em Física Teórica pela UFPR, tendo curso de aperfeiçoamento em Atendimento Educacional Especializado pela UFSM. Atualmente é professora do Instituto Federal do Paraná, na cidade de Curitiba. Participou da Escola de Física do CERN em 2014.



**ANTÔNIO ARAÚJO SOBRINHO** é licenciado em Física, especialista em Engenharia de Sistemas e Mestre em Ensino de Física – área de concentração Ensino de Astronomia, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Desde 1998 coordena as atividades da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica no IFRN (ex CEFET-RN). É colaborador da Agência Espacial Brasileira na Jornada Espacial junto ao CLBI - Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. Participou da Escola de Física do CERN em 2010.



**CECÍLIA HELETE SILVA RESENDE** é licenciada em Física e Química pela Universidade do Estado de Minas Gerais/Fundação Educacional de Patos de Minas; especialista em Química Geral pela Universidade Federal de Lavras e Ensino de Ciências por Investigação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Foi supervisora do PIBID pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro de 2011 a 2013. Atualmente é professora na Escola Estadual Minas Gerais e Escola Estadual Frei Leopoldo de Castelnuovo na cidade de Uberaba - MG. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**CRISTIANO GRIGORIO BARBOSA** é licenciado em Física Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professor nas escolas de Ensino Médio Visão, Simbios e WR em Goiânia, Goiás. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**CRISTÓVÃO RENATO MORAIS RINCOSKI** é licenciado em Física pela UFPR e mestre em Física Nuclear pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Curitiba, Paraná, trabalhando com Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e com Formação de Professores. Participou da Escola de Física CERN em 2009.



**DANILA FARIAS BRITO RIBEIRO** é licenciada em Física e mestranda do Programa Interunidades em Ensino de Ciências, ambos pela USP. Atualmente é professora na Escola Estadual Prof. Andrônico de Mello, em São Paulo, São Paulo. Participou da Escola de Física CERN em 2014.



**DULCIDIO BRAZ JR.** é licenciado em Física pelo Instituto de Física “Gleb Wataghin” da Unicamp. É autor de Física do Sistema Integral de Ensino e do Sistema Anglo de Ensino/Abril Educação. Desde 2004 é editor do blog Física na Veia!, eleito o Melhor Weblog em Língua Portuguesa 2009/2010 pelo júri internacional do The BOBs – The Best of Blogs da alemã Deutsche Welle. É blogueiro do UOL Ciência e atua como professor do Ensino Médio no CEI (Poços de Caldas/MG) e no Colégio Anglo (São João da Boa Vista/SP). Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**EDI TEREZINHA DE OLIVEIRA GRINGS** é licenciada em Física pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e doutora em Ensino de Ciências pela Universidade de Burgos (UBU), Espanha. Atualmente é professora na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, em Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**FRANCISCO EDUARDO DA SILVA DO CARMO** é licenciado em Ciências com habilitações em Física e Matemática pela Universidade Estadual do Ceará e especialista em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática pela EDUCON. Atualmente é professor no Centro Educacional Municipal dom Bosco em Choró, Ceará e do Centro de Educação de Jovens e Adultos, CEJA, em Quixadá, Ceará. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**GABRIELA KAIANA FERREIRA** é licenciada em Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente faz doutorado em Educação Científica e Tecnológica na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e é professora na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Palotina, Paraná. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**GILBERTO MOREL DE PAULA E SOUZA** é licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, especialista em Informática Aplicada ao Ensino de Ciências Exatas pelo então Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG e mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente é professor de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em Natal, Rio Grande do Norte. Participou da Escola de Física CERN em 2009.



**GLAUSON FRANCISCO CHAVES** é licenciado em Física pela Universidade de Brasília, especialista em Metodologia do Ensino Superior pela UNIERP, mestre em Ensino de Física e doutor em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília. Atualmente é professor na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**HÉLDER ETERNO DA SILVEIRA** é bacharel e licenciado em Química, especialista em Educação para Ciência e mestre em Educação Brasileira, todos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é professor na Universidade Federal de Uberlândia e está no cargo de Coordenador-Geral de Programas de Valorização do Magistério da Capes. Participou da Escola de Física CERN em 2014.



**HUDSON BATISTA DA SILVA** é licenciado em Física pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, especialista em Educação Matemática pela Faculdade Tâhirih, mestrando em Ensino de Física pela UFAM/IFAM. Atualmente é professor na Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI e na Escola Estadual Prof. Cleomenes do Carmo Chaves em Manaus. Participou da Escola de Física CERN, em 2013.



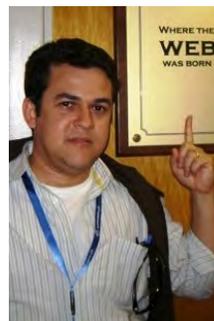
**IVO APARECIDO GOULART** é licenciado em Ciências pela Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Cornélio Procópio (atual Universidade Estadual do Norte do Paraná), especialista em Ensino de Física do 2º grau pela UEL, em Metodologia do Ensino Tecnológico pelo CEFET-PR, em Química pela UEL e em Metodologia do Ensino de Matemática pela UENP, mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela UEL. Atualmente é professor de Física da UTFPR Campus Cornélio Procópio e professor aposentado do Estado do Paraná. Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**JAMES COLEMAM ALVES** é licenciado em Ciências Exatas com Habilitação em Física pelo Instituto de Física de São Carlos. Atualmente é professor de Física Efetivo na Rede Pública de São Paulo, em Itirapina. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**JANCARLOS MENEZES LAPA** é licenciado em Ciências com Habilitação em Física pela Universidade Estadual de Santa Cruz, especialista em Metodologia do Ensino Superior pela Faculdade Batista Brasileira mestre e doutor em Ensino, História e Filosofia da Ciência pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente é professor no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia na cidade de Salvador, Bahia. Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**JEAN CARLOS RODRIGUES** é licenciado em Física pela UFRGS, especialista em Ensino e Prática de Ciências pelo Instituto Tecnológico e Educacional de Cascavel-PR e aluno de Mestrado em Ciência e Tecnologia pela UTFPR. Atualmente é professor de Física no Colégio Estadual Paulina P. Borsari e do Colégio Estadual José Busnardo, na cidade de Curitiba - PR. Participou da Escola de Física CERN 2014.



**JOSE ALVINO SOUSA FERREIRA** é licenciado em Física pela Universidade Federal do Maranhão, especialista em Ensino de Física pela Universidade Estadual do Maranhão. Atualmente é professor no Centro de Ensino Cidade de São Luís e Centro de Ensino Roseana Sarney em São Luís, Maranhão. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**JOSIAS ROGERIO PAIVA** é engenheiro mecânico pela FEI, licenciado em Física, mestre em Ensino de Física e doutorando em Educação, todos pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor na Escola Estadual Heloisa Carneiro da Rede Pública Estadual de São Paulo, no colégio Decisão e no C.E.V. Mater et Magistra. Participou da Escola de Física do CERN em 2013.



**KARINE DOS SANTOS COELHO** é licenciada em Química, com habilitação plena em Física pela Unisul, especialista em Educação Profissional integrada à Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA pelo IFSC e mestre em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC. Atualmente é professora de Física e Química na E.E.B. Apolônio Ireno Cardoso, em Balneário Arroio do Silva, Santa Catarina. Participou da Escola de Física CERN em 2014.



**KÁTIA FERREIRA GUIMARÃES** é licenciada em Física pela FINOM, bacharel em Ciências Econômicas pela UNIMONTES, licenciada em Matemática pela UFMG, especialista em Metodologia do Ensino de Matemática e Física pelo Centro Universitário Internacional UNINTER. Atualmente é professora da Escola Estadual Zinha Meira em Bocaiuva, MG e tutora de sala da UNOPAR nos cursos de Administração e Matemática. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**LISIANE ARAUJO PINHEIRO** é licenciada e bacharel em Física pela PUCRS e mestre em Ensino de Física pela UFRGS. Atualmente é professora na Escola de Educação Básica Feevale - Escola de Aplicação, em Novo Hamburgo e na Escola Estadual de Ensino Médio Padre Reus, em Porto Alegre. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**LUCIANO DENARDIN DE OLIVEIRA** é licenciado em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), mestre em Ensino de Física pela UFRGS, mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais pela PUCRS e doutorando em Educação em Ciências e Matemática na PUCRS. Atualmente é coordenador do PIBID-Física e professor da Faculdade de Física da PUCRS, do Colégio Monteiro Lobato e do Anglo Vestibulares em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**MÁRCIO NASSER MEDINA** é licenciado em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, mestre em Ensino de Ciências e Matemática e doutorando em Ciências, Tecnologia e Ensino pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ. Atualmente é professor e coordenador de Física do Colégio Pedro II – Campus Niterói, na cidade de Niterói, Rio de Janeiro.

Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**MARCIO ROGÉRIO CARDINAL** é licenciado em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e aluno do Curso de Especialização em Ensino de Ciências no CDCC-USP São Carlos. Atualmente é professor da E.E. Jesuino de Arruda e da Escola Educativa em São Carlos, SP, do Colégio Anglo das cidades de São Carlos e Araraquara - SP e do Colégio Kuarup de Ribeirão Bonito, SP.

Participou da escola de Física CERN 2014.



**MARGARETH POLIDO PIRES** é licenciada em Física pela UNESP/BAURU, bacharel em Física pela PUC/SP, mestre em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora da Escola Nossa Senhora das Graças (Gracinha) e coordenadora da área de Ciências da Natureza da Escola Lourenço Castanho, ambas em São Paulo.

Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**MARIA CLARA IGREJAS AMON SANTARELLI** é licenciada e bacharel em Física pela Universidade Estadual de Campinas, especialista em Ensino de Astronomia pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades - USP, mestre em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora na Escola Estadual Patriarca da Independência, em Vinhedo, São Paulo. Participou da Escola de Física CERN em 2011.



**MARTA MAXIMO PEREIRA** é licenciada e bacharel em Física, e mestre em Ensino de Física ambos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (Modalidade Física) da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professora de Física do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET - RJ), na Unidade de Ensino Descentralizada de Nova Iguaçu. Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**MIGUEL HENRIQUE BARBOSA E SILVA** é licenciado em Física pela Universidade Estadual do Piauí-UESPI, Professor Supervisor do PIBID junto ao Instituto Federal do Piauí-IFPI. Atualmente é professor no Colégio Estadual Zacarias de Góis na cidade de Teresina, Piauí. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**NELSON BARRELO JUNIOR** é licenciado e bacharel em Física pela PUC-SP, mestre em Educação e doutorando em Educação pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor na Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e da Rede Pública Estadual de São Paulo. Participou da Escola de Física do CERN em 2012 e, desde 2013, é coordenador auxiliar desta mesma Escola.



**NILSON MARCOS DIAS GARCIA** é licenciado em Física pela Universidade Federal do Paraná, especialista em Educação pela UFRGS, mestre em Ensino de Física e doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor e pesquisador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e também do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR.

É o coordenador das Escolas de Física CERN desde o seu início.



**PEDRO TEIXEIRA DE ABREU** é licenciado em Física pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, doutor e agregado em Física pelo Instituto Superior Técnico (IST) da Universidade de Lisboa. Foi membro da Colaboração DELPHI, no CERN. Atualmente é Professor Auxiliar com Agregação no IST e investigador e Coordenador para a Divulgação no LIP e membro da Colaboração para o Observatório Pierre Auger. É o representante do LIP no IPPOG e o representante de Portugal na rede EPPCN.

É o coordenador das Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa desde o seu início.



**QUEREM HAPUQUE FELIX REBELO** é bacharel em Física pela Universidade Federal do Amazonas, especialista em Metodologia do Ensino Superior pela Universidade Gama Filho, mestre em Física da Matéria Condensada pela UFAM e doutoranda em Química pela UFAM. Atualmente é professora do Instituto de Engenharia e Geociências da Universidade Federal do Oeste do Pará, em Santarém, Pará. Participou da Escola de Física CERN em 2010.



**RICARDO MELONI MARTINS ROSADO** é licenciado em Física pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI – MG), especialista em Divulgação Científica pela Universidade de São Paulo (USP – SP) e mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – SP). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) no campus Sertãozinho.

Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**RODRIGO RONELLI DUARTE DE ANDRADE** é licenciado em Física pela Universidade Estadual da Paraíba, mestre e doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba. Atualmente é professor no Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, escola vinculada à UFPB, na cidade de Bananeiras, Paraíba.

Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**RONALD CINTRA SHELLARD** é bacharel em Física pela USP, mestre em Física pelo IFT/UNESP e doutor em Física pela Universidade da Califórnia, Los Angeles. Atualmente é Pesquisador Titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro. Participou do experimento DELPHI, no CERN, de 1988 até 2000. É um dos mentores e grandes incentivadores da Escola de Física CERN.

Participou como palestrante da Escola de Física CERN em 2012.



**ROSA MARIA DE ALVARENGA LEANDRO OLIVEIRA** é licenciada em Ciências Físicas e Biológicas pela FAFIC e em Física pela UENF, especialista em Educação Matemática pela FAFIC. Atualmente é professora no Colégio Estadual João Pessoa na cidade de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro e supervisora do PIBID de Física da UENF.

Participou da Escola de Física CERN em 2012.



**ROSEMEIRE APARECIDA NUNES OLIVEIRA** é licenciada em Física e especialista em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, especialista em Educação do Campo, Agricultura Familiar e Sustentabilidade e mestre em Ciências Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Atualmente é professora tutora a distância da Licenciatura de Física pela UFGD na cidade de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul. Participou da Escola de Física CERN no ano de 2012.



**SANDRO SOARES FERNANDES** é licenciado em Física e mestre em Ensino de Física pela UFRJ. Atualmente é professor no Colégio Pedro II (Campus São Cristóvão III) e em escolas particulares da cidade do Rio de Janeiro; e supervisor do subprojeto Física do PIBID/UFRJ. Participou da Escola de Física do CERN em 2012.



**TALITA DE ALMEIDA SANDOVAL** é licenciada em Física pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora de Física no Colégio Agostiniano Mendel, em São Paulo. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**VAGNER LUCIO PAULINO** é licenciado em Física pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO) e especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Goiás (IFGO), Campus Jataí. Atualmente é professor efetivo na Secretaria Estadual de Educação de Goiás e atua na Escola Estadual Serafim de Carvalho em Jataí-GO. Atua também na rede particular de ensino nos Colégios Anglo-Jataí e Nossa Senhora do Bom Conselho, em Jataí. Participou da Escola de Física CERN em 2013.



**WAGNER DA CRUZ SEABRA EIRAS** é licenciado em Física, especialista em Educação para a Ciência e mestre em Educação, todos pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Atualmente é professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Participou da Escola de Física CERN em 2011.



**WAGNER GARCIA PEREIRA** é licenciado em Física pela UNESP – FCT, Presidente Prudente, especialista em Gestão Educacional pela UNINTER, especialista em Tecnologias Educacionais pela UNOPAR e mestre em Educação pela USP – SP. Atualmente é professor de Física e Matemática na rede SESI – SP. Participou da Escola de Física CERN em 2011.



# **Participantes**





## 2009

|                                   |    |                |
|-----------------------------------|----|----------------|
| ALFREDO MULLEN DA PAZ             | SC | FLORIANÓPOLIS  |
| CRISTÓVÃO RENATO MORAIS RINCOSKI  | PR | CURITIBA       |
| DANIEL GUILHERME GOMES SASAKI     | RJ | RIO DE JANEIRO |
| GILBERTO MOREL DE PAULA E SOUZA   | RN | NATAL          |
| LUZIA MATOS MOTA                  | BA | SALVADOR       |
| MARCELO FERNANDES                 | PR | TOLEDO         |
| MARCOS ANDRÉ BETEMPS VAZ DA SILVA | RS | PELOTAS        |
| MARCUS VINICIUS DA SILVA PEREIRA  | RJ | RIO DE JANEIRO |
| RUBERLEY RODRIGUES DE SOUSA       | GO | JATAI          |
| SIDNEI PERCIA DA PENHA            | RJ | RIO DE JANEIRO |
| SIMONE SOUZA RAMALHO              | GO | INHUMAS        |



Escola de Física CERN 2010  
05/09 a 10/09

**2010**

|                                    |    |                       |
|------------------------------------|----|-----------------------|
| ADRIANA OLIVEIRA BERNARDES         | RJ | NOVA FRIBURGO         |
| ALEXANDER MONTERO CUNHA            | SP | CAMPINAS              |
| ALEXANDRE MAGNO MONTIBELLER        | SP | SÃO PAULO             |
| ANA LUIZA DE AZEVEDO PIRES SÉRIO   | SP | SÃO PAULO             |
| ANTÔNIO ARAÚJO SOBRINHO            | RN | NATAL                 |
| DULCIDIO BRAZ JÚNIOR               | SP | SÃO JOÃO DA BOA VISTA |
| EDI TEREZINHA DE OLIVEIRA GRINGS   | RS | PORTÃO                |
| ELIKA TAKIMOTO                     | RJ | RIO DE JANEIRO        |
| FÁBIO BRESIGHELLO BEIG             | SP | SÃO PAULO             |
| FRANCISCO PAZZINI COUTO            | MG | BELO HORIZONTE        |
| GLÁUCIA GRÜNINGER GOMES COSTA      | SP | SÃO CARLOS            |
| IZABEL CRISTINA FREITAS DOS SANTOS | RS | SÃO VICENTE DO SUL    |
| JANCARLOS MENEZES LAPA             | BA | SALVADOR              |
| JOÃO PAULO CAMARGO DE LIMA         | PR | TOLEDO                |
| MÁRCIO NASSER MEDINA               | RJ | NITERÓI               |
| MARCOS FERNANDES SOBRINHO          | GO | URUTAÍ                |
| MARIA DA GLORIA DE ANDRADE MARTINI | SP | SÃO PAULO             |
| MARTA MAXIMO PEREIRA               | RJ | NOVA IGUAÇU           |
| QUEREM HAPUQUE FELIX REBELO        | AM | MANAUS                |
| SORAIA RODRIGUES DE AZEREDO        | RJ | NITERÓI               |



**2011**

|  |    |                |
|--|----|----------------|
| ANDRÉIA CRISTIANE MÜLLER               | RS | NOVO HAMBURGO  |
| CARLOS EDUARDO MENDES                  | MG | BELO HORIZONTE |
| CHRISTIANO NOGUEIRA                    | RS | PELOTAS        |
| DIELSON PEREIRA HOHENFELD              | BA | CAMAÇARI       |
| FABIANA BOTELHO KNEUBIL                | SP | SÃO PAULO      |
| FRANCISCO EVANDO NASCIMENTO DOS SANTOS | CE | QUIXADÁ        |
| JOÃO RICARDO QUINTAL                   | RJ | RIO DE JANEIRO |
| JOSÉ BOHLAND FILHO                     | ES | ARACRUZ        |
| JULIANA LOCH                           | PR | CURITIBA       |
| LUCIANA DA CUNHA FERREIRA              | AM | MANAUS         |
| MAINARA BIAZATI GOUVEIA                | MT | VÁRZEA GRANDE  |
| MARIA CLARA IGREJAS AMON SANTARELLI    | SP | VINHEDO        |
| OBERLAN DA SILVA                       | PE | MACAPARANA     |
| RAFAEL ANDRADE PEREIRA                 | SP | SÃO PAULO      |
| REGINA FÁTIMA SILVEIRA FERREIRA        | MG | VIÇOSA         |
| RONIVAL JOSE TONON                     | PR | CURITIBA       |
| RUBEM SILVANEY MAIA DA SILVA           | PA | SANTARÉM       |
| WAGNER DA CRUZ SEABRA EIRAS            | MG | JUIZ DE FORA   |
| WAGNER GARCIA PEREIRA                  | SP | BOTUCATU       |
| WANDERSON BREDER                       | RJ | NOVA FRIBURGO  |



Escola de Física CERN 2012  
26 a 31/08/2012

**2012**

|  |    |                   |
|--|----|-------------------|
| ALEX VIEIRA DOS SANTOS                   | BA | SALVADOR          |
| ALLAN VICTOR RIBEIRO                     | SP | BAURU             |
| ALMIR GUEDES DOS SANTOS                  | RJ | RIO DE JANEIRO    |
| AMADEU ALBINO JÚNIOR                     | RN | NATAL             |
| ANDERSON GUIMARAES GUEDES                | RN | NATAL             |
| ANTONIO ARAÚJO RODRIGUES                 | PI | TERESINA          |
| CARLOS ALEXSANDRO SILVA DA FRANÇA        | BA | SALVADOR          |
| CRISTIANO GRIGORIO BARBOSA               | GO | GOIÂNIA           |
| EDER DIAS DA SILVA                       | MG | PATOS DE MINAS    |
| FRANCISCO EDUARDO DA SILVA DO CARMO      | CE | QUIXADÁ           |
| GLAUSON FRANCISCO CHAVES NOGUEIRA        | DF | BRASILIA          |
| HELEYNE KAREN BARBOSA LIMA               | AM | MANAUS            |
| HENRIQUE VEIGA GIANNINI                  | SP | SÃO PAULO         |
| IVO APARECIDO GOULART                    | PR | CORNÉLIO PROCÓPIO |
| JOSÉ RICARDO BARROS DE LIMA              | PE | RECIFE            |
| LIDIA BARBOSA                            | SP | OURINHOS          |
| LUCIANO DENARDIN DE OLIVEIRA             | RS | PORTO ALEGRE      |
| LUIZ ALFREDO ANDRADE FERRAZ              | RJ | PETRÓPOLIS        |
| MARCELO ESTEVAM                          | PR | LONDRINA          |
| MARGARETH POLIDO PIRES FERREIRA          | SP | SÃO PAULO         |
| MIRIAM SEGRE ROSENFELD                   | SP | SÃO PAULO         |
| NELSON BARRELO JUNIOR                    | SP | SÃO PAULO         |
| PEDRO SÉRGIO ROSA                        | SP | ITAPETININGA      |
| RIVELINO CUNHA VILELA                    | MA | IMPERATRIZ        |
| ROSA MARIA DE ALVARENGA LEANDRO OLIVEIRA | RJ | CAMPOS            |
| ROSEMEIRE APARECIDA NUNES OLIVEIRA       | MS | DOURADOS          |
| ROSEVALDO CELESTINO BARROS               | TO | ARAGUAÍNA         |
| SANDRO SOARES FERNANDES                  | RJ | RIO DE JANEIRO    |
| VICENTE DE PAULA E SILVA NETO            | CE | IGUATU            |
| WALTER EDUARDO FERREIRA PARENTE          | RR | BOA VISTA         |
| WANDEBURG MONTESKIER COSTA DA SILVA      | RN | SANTA CRUZ        |



Escola de Física CERN 2013  
01/09 a 06/09

## 2013

|                                   |    |                |
|-----------------------------------|----|----------------|
| AGUINALDO VALDECIR DOS SANTOS     | SP | GUARATINGUETÁ  |
| ALISSON ANTONIO MARTINS           | PR | CURITIBA       |
| AMANDA VIVIAN MEDEIROS DE SOUZA   | RN | NATAL          |
| ANA CARLA LIMA FONSECA COUTINHO   | RJ | MESQUITA       |
| ANA PAULA SANTOS REBELLO          | RS | PORTO ALEGRE   |
| ANAXIMANDRO DALRI MERIZIO         | SC | TIJUCAS        |
| CÁSSIO DE SIQUEIRA LIMA           | SP | SÃO PAULO      |
| CECÍLIA HELIETE SILVA RESENDE     | MG | UBERABA        |
| DANIEL ELIAS DE JESUS PEREIRA     | BA | SALVADOR       |
| DURVAL MARTINS TEIXEIRA FILHO     | PR | CURITIBA       |
| FREDERICO AUGUSTO RAMOS           | RJ | PETRÓPOLIS     |
| FREDERICO JORDÃO MONTIJO DA SILVA | DF | BRASÍLIA       |
| FREDERICO PEREIRA MOURA           | CE | CAUCAIA        |
| GABRIELA KAIANA FERREIRA          | SC | FLORIANÓPOLIS  |
| GESIEL GOMES SILVA                | GO | LUZIANIA       |
| HUDSON BATISTA DA SILVA           | AM | MANAUS         |
| JAMES COLEMAM ALVES               | SP | ITIRAPINA      |
| JOÃO PAULO TEÓFILO RODRIGUES      | CE | FORQUILHA      |
| JOSE ALVINO SOUSA FERREIRA        | MA | SÃO LUIS       |
| JOSIAS ROGERIO PAIVA              | SP | SÃO PAULO      |
| KÁTIA FERREIRA GUIMARÃES          | MG | BOCAIUVA       |
| LEONARDO MARQUES SOARES           | MG | BELO HORIZONTE |
| LISIANE ARAUJO PINHEIRO           | RS | PORTO ALEGRE   |
| MAURÍCIO GIRARDI                  | RS | PORTO ALEGRE   |
| MIGUEL HENRIQUE BARBOSA E SILVA   | PI | TERESINA       |
| RAFAEL IRIGOYEN                   | RS | PORTO ALEGRE   |
| RICARDO MELONI MARTINS ROSADO     | SP | SERTÃOZINHO    |
| RODRIGO RONELLI DUARTE DE ANDRADE | PB | BANANEIRAS     |
| ROSEMARY NOGUEIRA LEÃO            | MA | SÃO LUIS       |
| TALITA DE ALMEIDA SANDOVAL        | SP | SÃO PAULO      |
| VAGNER LUCIO PAULINO              | GO | JATAÍ          |



**2014**

|   |    |                           |
|---|----|---------------------------|
| ANGELA MARIA DOS SANTOS                 | PR | CURITIBA                  |
| ANTONIO MOTTA FERRO                     | MA | SAO LUIS                  |
| CRISTIANO PESSOA LAGES                  | PI | PARNAIBA                  |
| DANILA FARIAS BRITO RIBEIRO             | SP | SAO PAULO                 |
| EDNA DE SOUZA DA SILVA                  | ES | SAO MATEUS                |
| ELISABETE APARECIDA DO AMARAL           | SP | SAO PAULO                 |
| ERONILDO CORNELIO DE CASTRO             | RR | BOA VISTA                 |
| FABIO GIOVANNI CARVALHO SANTOS          | MA | SAO LUIS                  |
| GUSTAVO FONTOURA DE SOUZA               | RN | PARNAMIRIM                |
| JEAN CARLOS RODRIGUES                   | PR | CURITIBA                  |
| JOAQUIM JOSE SOARES SOUZA JUNIOR        | BA | URUÇUCA                   |
| JOSE CASSIMIRO DA SILVA                 | MG | BELO HORIZONTE            |
| JOSE DE ARIMATHEIA OLIVEIRA             | RN | MOSSORO                   |
| JUCIVAGNO FRANCISCO CAMBUHY SILVA       | SP | SAO PAULO                 |
| JULIO CESAR DEL CIOPPA RIBEIRO          | SP | SAO PAULO                 |
| JULIO CESAR PEREIRA ROCHA               | MG | BELO HORIZONTE            |
| KARINE DOS SANTOS COELHO                | SC | BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA |
| LEONARDO ELYDIO DA SILVEIRA             | RJ | RIO DE JANEIRO            |
| LUIZ DANIEL ALVES RIOS                  | CE | ACARAU                    |
| MARCELO ALBERTO VIEIRA DE MACEDO JUNIOR | RJ | NILOPOLIS                 |
| MARCIO ROGERIO CARDINAL                 | SP | SAO CARLOS                |
| MARCOS VINICIO PIMENTA FILHO            | PB | JOAO PESSOA               |
| MARIA ALDIA DA SILVA                    | PB | ALCANTIL                  |
| MARILAINE DOS SANTOS SOUZA              | MS | DOURADOS                  |
| NELSON COSME DE ALMEIDA                 | RN | SANTA CRUZ                |
| RICARDO RECHI AGUIAR                    | SP | SAO PAULO                 |
| TERRIMAR IGNACIO PASQUALETTO            | RS | OSORIO                    |
| THIAGO NASCIMENTO BARBOSA               | BA | ILHEUS                    |
| VALDIR BOESEL                           | RS | NOVO HAMBURGO             |
| WAGNER DE SOUZA                         | RJ | RIO DE JANEIRO            |





“Não é exagero dizer que a descoberta do Higgs marcará nossa civilização como um dos seus pontos altos. Descobrir o Higgs só foi possível por conta do número de países envolvidos nessa aventura do espírito humano. Um único país não conseguiria essa façanha.”

**Ronald Cintra Shellard, CBPF.**

“O curso possibilita que os docentes façam uma imersão no cotidiano do CERN, conheçam seus espaços e tenham contato com personalidades do ramo da Física e de outras áreas que atuam no CERN, muitos laureados com o Prêmio Nobel.”

**Prof. Dr. Helder Eterno da Silveira, UFU.**

**Coordenador-Geral de Programas de Valorização do Magistério da Capes.**

“O impacto das Escolas de Professores no CERN em Língua Portuguesa na comunidade escolar e, através desta, na sociedade, tem sido sempre muito elevado, nos vários países envolvidos. Começam-se agora a notar os frutos deste importante investimento na formação e educação: há muito mais jovens motivados para seguir uma carreira científica, e em particular interessados em Física de Partículas, e em outras áreas de trabalho do CERN.”

**Prof. Dr. Pedro Teixeira de Abreu, IST-LIP.**

**Coordenador da Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa.**

“Tem-se clareza que o pilar que sustenta a educação de um país são seus professores. Entretanto, é imprescindível que eles sejam valorizados pessoal e profissionalmente e que tenham condições de trabalho que lhes permitam desenvolver as suas atividades com a qualidade necessária para uma boa formação dos alunos. E que tenham acesso a cursos de qualidade, tanto em formação inicial quanto continuada, como a oferecida pelas Escolas de Física CERN.”

**Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, UTFPR.**

**Coordenador da Escola de Física CERN.**

“Pude perceber como o CERN considera os professores atores fundamentais no processo de formação da geração de hoje e do amanhã. Isto elevou minha autoestima profissional e responsabilidade na formação do cidadão capaz de utilizar a ciência desenvolvida para o bem de toda a humanidade. Certamente, muitos dos cientistas e pesquisadores do CERN de hoje são resultado de suas experiências de vida quando jovens em formação onde a escola, com seus professores, exerceu um papel central.”

**Prof. Mestre Wagner da Cruz Seabra Eiras, Campus Juiz de Fora, IF Sudeste MG.**

**Participou da Escola de Física CERN em 2011.**

