

# ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: COMO LEVÁ-LA À SALA DE AULA PARA AJUDAR OS ALUNOS A ENTENDER FÍSICA DE PARTÍCULAS?

Sandro Soares Fernandes<sup>1</sup>, Almir Guedes dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colégio Pedro II/Instituto de Física - UFRJ/Sandrorjbr@if.ufrj.br

<sup>2</sup> IFRJ-campus Nilópolis / CE Mal João Baptista de Mattos / Instituto de Física - UFRJ /almirgds\_if@yahoo.com.br

## RESUMO

Após dez dias no CERN, o maior laboratório de Física de partículas do mundo, voltamos para o Brasil com o objetivo de passar aos nossos alunos um pouco desta experiência vivida. Esse compromisso e a oportunidade que tivemos de participar da “CERN Portuguese Language Teachers Programme 2012”, despertou em nós mais interesse para assuntos relacionados à Física Moderna e Contemporânea, e desde então nos dedicamos a criar propostas que levam para as aulas de Física temas relacionados a esse assunto através de algumas atividades que possuem um enfoque CTS e outras que utilizam aplicativos, jogos e simuladores buscando inserir de forma agradável e eficiente conhecimentos básicos e essenciais de Física de partículas. Estas propostas foram aplicadas em algumas turmas onde verificamos um aprendizado satisfatório dos alunos.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, CTS, Física de Partículas.

## 1. INTRODUÇÃO

No ano de 2012 fomos selecionados para participar da quarta edição da Escola de Física do CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear) para professores de países de Língua Portuguesa. Dentre seus diversos programas, o CERN mantém um de Educação, destinado a professores de diversos países da Europa, no qual constam visitas às suas instalações e laboratórios, além de cursos sobre tópicos de Física de partículas, ministrados no idioma dos participantes.

Nosso objetivo principal não é o de 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. Desenvolvemos algumas atividades após o retorno ao Brasil e neste trabalho apresentamos duas delas que têm como objetivo inserir o tema Física de partículas nas aulas de Ensino Médio levando em consideração nossas experiências vividas nas aulas e visitas que fizemos 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.

A primeira proposta promove uma atividade didática em CTS que ofereça uma formação ao aluno voltada para a tomada de decisões que envolvam a “*base científica da tecnologia e a base prática das decisões*” (SANTOS e MORTIMER, 2002). Para fomentar esse interesse e despertar a curiosidade dos alunos, usamos duas reportagens de telejornais sobre o LHC e um roteiro contendo dois textos e perguntas são entregues aos alunos para que desenvolvam a atividade com a turma dividida em grupos para enriquecer a argumentação entre eles e valorizar ainda mais o processo de ensino (FERNANDES, 2012a).

A nossa segunda proposta visa utilizar alguns aplicativos, jogos e simuladores para inserir novos tópicos e explorar com mais detalhes temas que consideramos importantes, mas que são geralmente de difícil visualização para os alunos. É mais conveniente que a turma seja levada para o laboratório de informática da escola, de modo que todos possam interagir com os aplicativos.

Embora ainda não tivéssemos tempo de aplicar em muitas turmas, já percebemos que estas propostas despertam o interesse dos alunos pela atividade. Os textos, vídeos e aplicativos enriquecem a aula e ajudam o professor a contextualizar o assunto, levando em consideração acontecimentos científicos que se passam no maior centro de pesquisa do mundo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O ENSINO DE FÍSICA MODERNA

Durante nossas aulas somos constantemente abordados por alunos que fazem perguntas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea, pois esses assuntos tem estado na mídia e despertam a curiosidade. O ensino de Física no Ensino Médio geralmente se limita ao estudo de conceitos clássicos, e os avanços e descobrimentos atuais são deixados de lado. Alguns livros de Física já apresentam imagens ou mencionam o LHC como o maior experimento já criado pelo homem, o maior acelerador de partículas do mundo, onde as respostas para perguntas fundamentais da humanidade são investigadas, mas não fazem nenhum tipo de relação didática com o que se está estudando (VIDAL e MANZANO, 2010). É necessário proporcionar ao aluno esse conhecimento, não apenas no sentido prático do aprendizado escolar, mas também no sentido da Física como visão do mundo, como cultura (MENEZES, 2000).

Devemos inserir questões fundamentais aos alunos sobre o tema e as consequências tecnológicas e sociais das pesquisas que são desenvolvidas na área de Física de partículas. Com habilidade didática, talvez se possa transmitir aos alunos a ideia de um assunto, colorido, estranho e charmoso, ao invés de difícil e enfadonho (MOREIRA 2004). Temas envolvendo Física Moderna, física Quântica e Cosmologia já fazem parte do cotidiano dos nossos alunos, e quem de nós nunca foi abordado por algum aluno querendo que explicássemos o que é um buraco negro, ou um quark, se viagens no tempo são possíveis ou alguma coisa relacionada à teoria da Relatividade de Einstein?

Nossos estudantes estão mergulhados em atividades que de alguma maneira estão ligados a Física Moderna e a utilização de uma Física do *micro*, do muito pequeno. São i-pods, i-phones, tablets e celulares cada vez menores e com uma tecnologia mais avançada. Como se pode viver mergulhado em um mundo que usa uma escala diferente da sua e você não compreendê-la? Hoje, mais de 60 países possuem iniciativas nacionais ligadas ao estudo das nanociências e nanotecnologia, sendo que o total de investimento global ultrapassa os US\$ 10 bilhões.

Temos o  $10^{-9}$ , nas ciências químicas, físicas, dos materiais, na medicina, na engenharia, nos cosméticos, nos esportes, embalagens e iluminações, e continuamos pedindo aos nossos alunos que calculem a ordem de grandeza do número de voltas que a Terra dá em torno do próprio eixo em 100 séculos (questão abordada recentemente em vestibular do Rio de Janeiro)? Desvendar o *micro* já é uma necessidade humana.

Para alguns autores (VIANNA e OLIVEIRA, 2007; OSTERMANN e MOREIRA, 2000) devemos atualizar o currículo escolar quanto ao ensino de Física Moderna e, por outro lado, a precariedade das condições atuais do nosso sistema público de ensino tende a dificultar esta tarefa. Na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física (BAROJAS, 1988), foi discutido o ensino da Física Moderna e algumas razões para que o nosso estudante tenha acesso a esse tipo de conteúdo foram também levantadas, entre elas podemos citar: despertar o interesse dos alunos, mostrar a Física que foi desenvolvida após 1900, é mais divertindo e importante ensinar tópicos que são novos, embora Física Moderna possa parecer difícil e abstrata algumas pesquisas têm mostrado que, além da Física clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais em aprendê-la (OSTERMANN e MOREIRA 2000a).

Em levantamento realizado entre professores e pesquisadores (OSTERMANN e MOREIRA 2000b) os tópicos que são considerados mais importantes para serem inseridos em futuras mudanças curriculares seriam: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, radioatividade, dualidade onda partícula, origem do universo, raio-X, laser, supercondutores, fibras ópticas, fissão e fusão nuclear e relatividade.

Devemos escolher temas que despertem o interesse dos nossos alunos levando uma Física para sala de aula que explica o mundo que está à volta dos nossos alunos. Deste modo defendemos e buscamos alternativas para levar e discutir assuntos relacionados à Física Moderna e Contemporânea, mais especificamente Física de Partículas, nas nossas aulas e este trabalho mostra um pouco do que estamos começando a trilhar para investigar respostas sobre um mundo que faz parte da vida dos nossos alunos.

## **2.2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

A proposta de um ensino em CTS é criar uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados e discutidos fazendo uma relação com outros aspectos políticos, sociais e econômicos. Teremos assim um caminho para desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando na construção de conhecimentos, formação de habilidades e valores necessários.

Nossa sociedade está envolvida e sendo influenciada cada dia mais pelos avanços tecnológicos que nos bombardeia de forma involuntária a cada dia. É preciso alfabetizar nossos alunos em ciência e tecnologia mostrando a importância de se agir, tomar decisões, de forma consciente, sobre o que realmente é necessário para o mundo em que vivemos. Dentre as concepções desses currículos podemos destacar (SANTOS E MORTIMER, 2002) que cita:

*Ciência como atividade humana relacionada à tecnologia e sociedade, sociedade que busca desenvolver, aluno que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica e a prática das decisões e um professor como aquele que desenvolve o conhecimento e busca as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (ROBERTS, 1991).*

O objetivo de uma proposta com enfoque CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, ajudando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões sobre questões envolvendo ciência e tecnologia na sociedade e sabendo resolver tais questões (AIKENHEAD, 1994).

## **2.3 ARGUMENTAÇÃO E DISCURSO DOS ALUNOS**

Durante a aplicação das nossas atividades defendemos que as tarefas sejam desenvolvidas em pequenos grupos para que o processo de argumentação possa ser explorado, já que numa atividade como essa, há o favorecimento de debates orais entre os alunos.

Devemos buscar entender como o conhecimento se constrói na mente de nossos alunos, desde a leitura de textos ou tomada de dados em um laboratório até o resultado final de processo de aprendizagem.

Que passos dão os nossos alunos para solucionar os seus problemas e em que ordem? Que obstáculos os alunos enfrentam e quais são as suas origens? Como se manifestam os aspectos sociais, tais como as interações entre seus colegas?

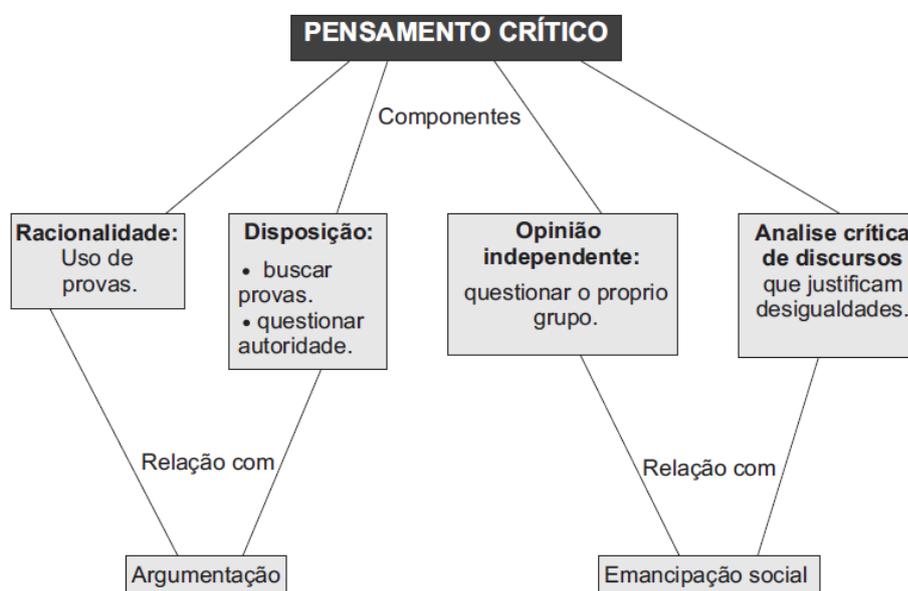
Uma maneira de tentar decifrar este código é através da análise dos *discursos e argumentações* durante as aulas.

Segundo Jiménez Aleixandre (2003), argumentação é a capacidade de relacionar informações e conclusões para avaliar dados teóricos à luz de dados empíricos ou de outras fontes.

Através do desenvolvimento do seu pensamento crítico devemos fazer com que os nossos alunos sejam capazes de continuar aprendendo ao longo da vida, de maneira cada vez mais eficaz e autônoma. O pensamento crítico está relacionado à capacidade de desenvolver opiniões independentes, gerando reflexão, por parte dos alunos, sobre a realidade, sua participação nela, podendo assim modificá-la.

Nesse sentido a argumentação contribui para a formação de uma cidadania responsável, onde o aluno participa das decisões sociais, exercendo esse pensamento crítico. Na figura 1, podemos verificar alguns dos componentes do pensamento crítico.

**Figura 1.** Os Componentes do Pensamento Crítico



**Fonte:** Traduzido e adaptado, por Carlos Eduardo de Freitas Ferreira, do livro: “10 ideas clave, Competencias em argumentación y uso de prueba”, JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P,2010, p.37

O ensino de ciências tem privilegiado, na maioria das vezes, os processos de memorização mecânica, os professores continuam acreditando na eficácia dessas práticas. Devemos modificar essa metodologia, procurando privilegiar a valorização do raciocínio de nossos alunos, sendo capazes de relacionar um enunciado, uma explicação, com as provas e dados que os apóiam, ou seja, de avaliar o conhecimento com base em evidências disponíveis.

Faz parte também deste processo de argumentação, a comunicação, oral ou escrita, das idéias das ciências, pois é necessário que o aluno aprenda ler, escrever e falar ciência, persuadindo assim outras pessoas de que uma explicação é melhor do que outra.

### 3. PROPOSTA DIDÁTICA

#### 3.1 PRIMEIRA ATIVIDADE: ACELERADORES DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO

Nossa preocupação é de também criar um clima adequado para a aplicação da atividade, apresentando imagens, vídeos e textos procurando fugir dos problemas tradicionais de Física buscando assim envolvimento dos alunos na atividade, proporcionando maior envolvimento dos alunos e melhores resultados. Esta primeira atividade foi desenvolvida para ser utilizada em turmas de ensino médio durante dois tempos de aula, aproximadamente 90 minutos. A seguir apresentamos as etapas do roteiro desenvolvido para aplicação da primeira atividade.

### 3.1.1 PRIMEIRA ETAPA

Inicialmente o professor deve apresentar o primeiro vídeo e deixar que os alunos façam a leitura do texto I.

#### VÍDEO I

*Figura 2: Acelerador de Partículas Hoje um passo histórico para o avanço da ciência.*



Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=qPgcVqPZ6QE>

#### TEXTO I

##### *Ciência...Para que serve?*

(...)

*Não menos notável e profunda é a história do cientista inglês Michael Faraday, que bem ilustra este ponto. Ele foi, em seu tempo, muito popular, como conferencista, e também como físico e químico de primeira classe. Em uma de suas palestras, nos anos de 1840, ele ilustrou o comportamento peculiar de um ímã e de um bocado de fio enrolado cujas pontas estavam ligadas em um medidor elétrico. Ele queria mostrar que era capaz de produzir com isso uma corrente elétrica. E realmente o fez; movendo o ímã próximo do rolo de fio, o ponteiro do medidor saía do zero, indicando a passagem de uma corrente elétrica. Ao terminar a palestra, um homem do auditório se aproximou de Faraday e disse:*

*"Sr. Faraday, o comportamento do ímã e do rolo de fio foi interessante, mas para que poderá servir?" E Faraday, educadamente respondeu, com outra pergunta: "Senhor, para que serve uma criança recém-nascida?"*

*Foi precisamente tal efeito "a indução eletromagnética", cuja utilidade se viu questionada tão ingenuamente por um membro do auditório, que Faraday usou para desenvolver o gerador elétrico que, pela primeira vez, tornou possível obter energia elétrica barata e em grande quantidade. A energia elétrica que você consome diariamente em sua casa nasceu naquele dia, naquele auditório, naquele laboratório público.*

Fonte: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala19/texto05.asp>

Para finalizar esta etapa o professor deverá orientar uma discussão sobre relações existentes entre o vídeo que foi assistido e o texto apresentado, procurando explorar assuntos envolvendo o desenvolvimento científico, a vida dos cientistas nos laboratórios, os altos investimentos em tecnologia e as implicações destas tecnologias no cotidiano do aluno. O professor pode mostrar que

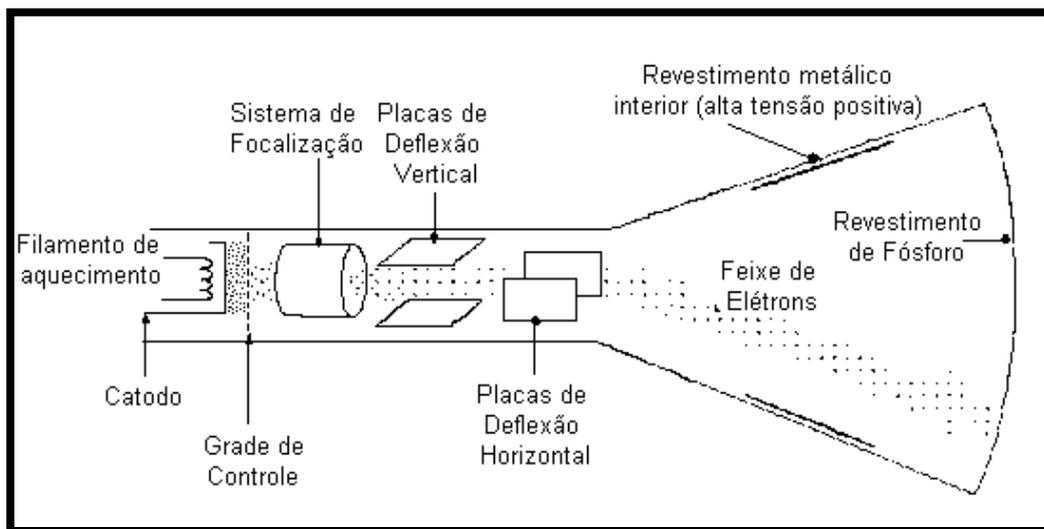
mais do que colisões e muita energia, existe uma tecnologia sendo produzida nestes grandes centros de pesquisa, e que chega até nós de alguma forma como foi apresentado na reportagem assistida em forma de vídeo. O que percebemos nesta etapa é um grande debate, que em algumas situações pode dividir a turma em grupos que defendem e os que não defendem investimentos tão altos para produção de novos conhecimentos científicos.

### 3.1.2 SEGUNDA ETAPA

Nesta etapa o professor poderá explorar aspectos técnicos e discutir aplicações que estão relacionadas com assuntos de Física que estão sendo trabalhados em sala. O segundo vídeo abre a possibilidade para inserir discussões envolvendo: Condições iniciais na formação do universo, relação equivocada do repórter sobre os conceitos de direção e sentido, o modelo de partícula adotado na animação que não é apropriado, assuntos técnicos relacionados a construção do túnel do LHC e a grande rede mundial de processamento de dados que conta com o apoio e esforço de vários cientistas em diferentes locais da Terra.

O texto II também vem corroborar com a discussão sobre os aceleradores de partículas, e seria bastante enriquecedor se o professor pudesse levar para os seus alunos um TRC (Tubo de raios catódicos) para que pudessem visualizar melhor o funcionamento de um excelente exemplo de acelerador de partículas. A figura abaixo pode ser apresentada aos alunos para facilitar o entendimento e explorar as grandezas físicas envolvidas no processo.

**Figura 3: Tubos de raios catódicos**

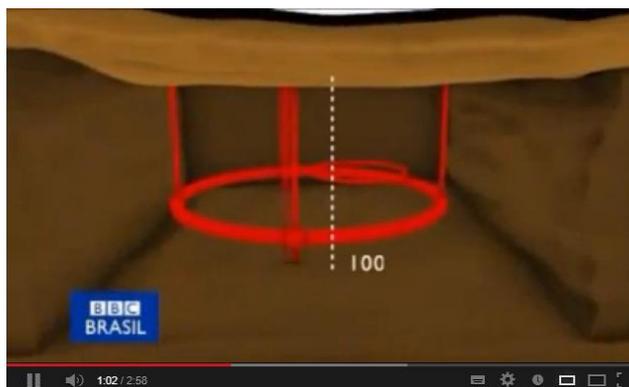


Fonte: <http://www.mspc.eng.br/elemag/eletr140.shtml>

Seguem o segundo vídeo e o texto II que fazem parte da segunda etapa.

## SEGUNDO VÍDEO

Figura 4: O acelerador LHC é acionado



Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=ZHK5stKMcXE>

### Texto II

#### *Um acelerador de partículas*

*Sabia que você tem um tipo de acelerador de partículas em casa? Na verdade, é provável que esteja lendo este artigo usando um! Os tubos de raios cátodos (CRT) de qualquer TV ou monitor de computador é, na verdade, um acelerador de partículas. O CRT pega as partículas (elétrons) do cátodo, acelera-as, e muda sua direção usando eletroímãs no vácuo. Depois, as faz colidir em moléculas de fósforo na tela. O resultado da colisão é um ponto de luz, ou um pixel, na sua TV ou no monitor do computador.*

*Um acelerador de partículas funciona do mesmo modo, exceto que os aceleradores são muito maiores, as partículas se movem muito mais rápido (quase na velocidade da luz) e a colisão resulta em mais partículas subatômicas e em vários tipos de radiação nuclear. As partículas são aceleradas por ondas eletromagnéticas dentro do aparelho, quase do mesmo modo que um surfista é empurrado pela onda. Quanto mais energéticas as partículas, mais visível fica a estrutura da matéria. É como espalhar as bolas dispostas no triângulo de bolas do jogo de bilhar. Quando o taco (partícula energizada) aumenta a velocidade, ele recebe mais energia e então pode espalhar melhor as bolas (liberando mais partículas).*

*No CERN, o maior acelerador do mundo, trilhões de prótons vão percorrer o anel (tubo de cobre com 27 km de comprimento, onde se faz vácuo e a temperatura é mantida a aproximadamente 2K) do LHC, 11245 vezes por segundo, a uma velocidade próxima a da luz. Dois feixes de prótons irão viajar com uma energia máxima de 7 Tev. No total os feixes proporcionarão 600 milhões de colisões por segundo.*

Após a apresentação do segundo vídeo e da leitura do segundo texto, é prudente que o professor oriente nova discussão envolvendo o que foi apresentado e buscando as inter-relações entre os vídeos e os textos apresentados procurando dar um fechamento para toda a discussão. Esse momento é muito importante para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, pois tanto as falas e os impasses durante o trabalho em grupo quanto à discussão com todos os grupos e o professor, favorecem a argumentação dos alunos e valoriza a atividade.

Para complementar a primeira atividade segue abaixo uma proposta de **algumas sugestões de questões** que podem ser apresentadas aos alunos para serem resolvidas levando em consideração os conhecimentos adquiridos nas aulas de Física que já tiveram e também nos vídeos e textos lidos em grupo. Fica a critério dos professores que forem aplicar a atividade, realizarem as modificações necessárias para adaptar as questões a realidade da sua turma.

## ALGUMAS QUESTÕES QUE ENVOLVEM AS ETAPAS I E II

- 1) *Como vocês viram na reportagem, que foram investidos 8 bilhões na construção do LHC. O que vocês acham? Vale a pena gastar tanto dinheiro para construção de uma máquina como essas para colidir partículas subatômicas?*
- 2) *Você sabe o que é uma partícula elementar? Você conhece alguma? Qual?*
- 3) *O anel do LHC tem aproximadamente 27 km de comprimento. Por que será que precisamos de um tubo tão grande para acelerar as partículas?*
- 4) *No segundo texto, aparece a unidade Tev. Você conhece essa unidade? Ela é unidade para qual grandeza física?*
- 5) *Por que temos que usar energias tão altas nos aceleradores de partículas?*
- 6) *Qual a função dos eletroímãs que temos nos tubos de televisão e também nos grandes aceleradores de partículas?*
- 7) *Uma grande preocupação dos técnicos é a de manter vácuo no tubo do LHC onde as partículas são aceleradas. Discuta com seu grupo e tente explicar porque a necessidade da ausência de substâncias no tubo do LHC.*
- 8) *Por que a temperatura nos tubos tem que ser tão baixas*

### 3.2 SEGUNDA ATIVIDADE: FÍSICA DE PARTÍCULAS UTILIZANDO APLICATIVOS E SIMULADORES

Também dividimos esta atividade em duas etapas uma que pode ser feita em sala de aula onde os alunos utilizando seus próprios aparelhos de celular e outra que deve ser desenvolvida preferencialmente em um laboratório de informática para que todos os alunos possam manipular jogar e interagir com os simuladores e aplicativos propostos.

#### 3.2.1 PRIMEIRA ETAPA

Atualmente acompanhamos vários debates nas escolas, que discutem a proibição do uso de aparelhos eletrônicos nas salas de aula. Defendemos o uso consciente da tecnologia e achamos que usar aparelhos celulares em sala de aula, em algumas situações, pode enriquecer determinadas atividades. Escolhemos para esta etapa em sala de aula a um aplicativo, chamado LHSee (Figura 5), disponível para celulares que possuem o sistema operacional ANDROID e que pode ser baixado gratuitamente para os aparelhos dos alunos. O professor deve orientar os seus alunos a interagir e explorar todas as possibilidades do aplicativo.

**Figura 5: Aplicativo para android LHSee**



Fonte: <http://www2.physics.ox.ac.uk/about-us/outreach/public/lhsee>

Abaixo segue o texto que deve ser apresentado aos alunos antes de acessar o aplicativo.

*Quer saber como caçar o bóson de Higgs usando o seu telefone? Sempre quis saber como o Large Hadron Collider experiências de trabalho, e com que as colisões se parecem?*

*Cientistas do maior experimento científico do mundo - o Grande Colisor de Hádrons do CERN, em Genebra - estão tentando responder a perguntas fundamentais sobre a natureza do Universo, a origem da massa, e estrutura do espaço e do tempo. LHSee faz com que o Hadron Collider acessível a qualquer pessoa com um smartphone Android ou tablet PC. Escrito por cientistas da Universidade de Oxford, em colaboração com o experimento ATLAS no CERN, é projetado para ser usado por especialistas e não-especialistas.*

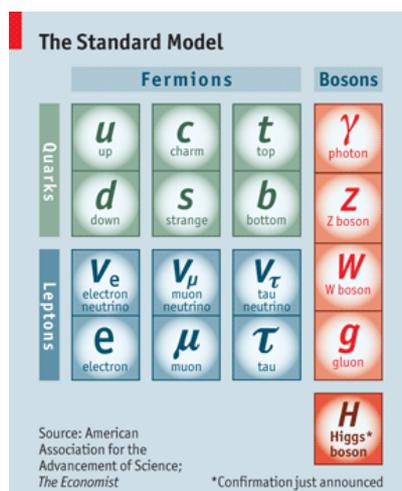
*Pela primeira vez, agora você pode pegar eventos de colisão ao vivo dos detectores subterrâneos, em Genebra, e transmiti-las direto para o seu próprio dispositivo. Bem como uma variedade de recursos educacionais, o aplicativo permite que você interaja com os eventos de colisão em gráficos em 3D. Você também pode descobrir como as diferentes partes da obra detector, aprender a identificar os diferentes tipos de colisão, e até mesmo colocar suas novas habilidades à prova, jogando a "caça ao Higgs" do jogo.*

### **3.2.2 SEGUNDA ETAPA**

Neste segundo momento levamos os alunos para o laboratório de informática para explorar alguns simuladores que podem facilitar o processo de aprendizagem dos conceitos básicos necessários para o entendimento do funcionamento de um acelerador de partículas e das forças e interações envolvidas no chamado modelo padrão.

Como na primeira atividade o professor já fez uma discussão prévia com os alunos do conceito de partícula elementar, neste momento os alunos podem ser apresentados ao modelo padrão para que tenha um primeiro contato com modelo e algumas características das partículas que lá estão.

**Figura 6: Modelo Padrão**



**Fonte:** *O Modelo Padrão de partículas elementares, já com a inclusão do bóson de Higgs - (Ilustração: The Economist).*

No laboratório de informática os alunos terão acesso a mais dois simuladores que também são gratuitos e podem ser baixados para o computador com facilidade. São eles: O PhET (Disponível em: [PhET- http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)) e o SPRACE GAME (Disponível em: <http://www.sprace.org.br/SPRACE/sprace-game-pt>). No primeiro simulador o professor pode explorar o decaimento beta, o átomo de Rutherford, o átomo de Thompson e a relação entre carga elétrica e campo magnético que são essenciais para o entendimento do funcionamento de um acelerador de partículas.

O segundo foi lançado pelo SPRACE (São Paulo Regional Analysis Center) da Unesp (Universidade Estadual Paulista) é um jogo, gratuito, que pretende atualizar os estudantes de segundo grau com as descobertas da física de partículas dos últimos 100 anos. A identificação das partículas é justificada no game como necessária para ajustar o banco de dados da nave (e do laboratório que serve como uma espécie de espaçoporto). Desenvolvido no Brasil em linguagem Java, o jogo prevê fases onde o jogador irá construir prótons e nêutrons, usando as subpartículas, em quantidade suficiente para constituir átomos, como o de hidrogênio e oxigênio, a fim de possibilitar a sustentação da vida em Marte.

#### 4. ALGUNS RESULTADOS PRELIMINARES

As atividades para o ensino de Física de Partículas apresentadas estão voltadas para alunos do Ensino Médio, proporcionam o professor adotar uma postura que tende a valorizar o processo de ensino e aprendizagem de seus alunos buscando explorar o enfoque CTS do tema. Utilizando textos e vídeos para enriquecer a discussão e adicionando o uso de aplicativos, jogos e simuladores com o intuito de facilitar a inserção desses novos temas, envolvendo Física de Partículas, criamos na sala de aula um clima adequado e de interesse despertado por parte dos alunos pelos assuntos apresentados.

Fizemos uma pesquisa sobre os temas Física de Partículas, aceleradores de partículas. Forças e Interações e o modelo padrão, pois defendemos que é extremamente necessário que o professor tenha conhecimento profundo sobre o tema abordado, para que possa saber selecionar os tópicos mais relevantes a serem transmitidos aos seus alunos. No referencial teórico procuramos explorar problemas que atualmente encontramos no ensino de Física, e ao mesmo tempo mostrei que há possibilidades de atenuar essas dificuldades através de algumas metodologias de ensino em que o aluno é mais valorizado e passa a sentir interesse em participar das atividades, pois percebe que pode aplicar os conceitos que aprende não só na escola, mas em todo o seu dia a dia.

Alguns dados foram analisados, confirmando que esse tipo de aula é prazerosa para o aluno, mostrando-nos que ao participar do processo de forma mais ativa, o aluno pode aprender e entender o que estuda.

Ao lançarmos mão de atividades como essas que foram apresentadas, adotamos um modelo em que o aluno deve ser privilegiado e valorizado no processo de ensino. Nestas atividades, o professor também passa de avaliador para avaliado, pois é continuamente forçado a pensar, montar estratégias de aulas, fazer a pergunta certa na hora certa, e deve estar sempre pronto para situações problemas, que não havia ainda passado. É desafiador, contudo, o retorno poderá ser mais confortável e efetivo para a aprendizagem do aluno (FERNANDES, 2012b).

Nossa maior satisfação é perceber que seus alunos atingiram os objetivos propostos, ou planejados, no plano de sua aula. Mais prazeroso ainda é perceber que os alunos passaram por um processo de construção. A diferença mais marcante entre os problemas propostos nessas aulas tradicionais e o proposto em nosso trabalho é a satisfação do aluno, que tem o prazer e a oportunidade de criar, de discutir, de compartilhar, e de entender como a ciência evoluiu nos últimos séculos, identificando inclusive também as dificuldades desse processo.

O que percebemos também durante as primeiras aplicações destas duas atividades e suas etapas é que conseguimos proporcionar uma maior aquisição de conhecimento dos alunos em cada uma das etapas no que diz respeito aos conceitos básicos e necessários para o entendimento dos assuntos que buscávamos inicialmente. Respostas de questões como as que seguem já fazem parte do campo de conhecimento dos alunos. O que é e como funciona um acelerador de partículas? O que é uma partícula elementar? Já ouviu falar no modelo padrão? O que é o bóson de Higgs?

Alguns conceitos básicos de Física de Partículas foram transmitidos e passaram a fazer sentido para o aluno, que passou por um processo onde através da discussão com os outros colegas do grupo, da observação de vídeos, leitura de textos, manipulação de aplicativos e simuladores e utilização de um pensamento científico, passou a fazer uso da linguagem da ciência e o professor então, pode finalmente buscar o produto de todo esse processo, que é o fazer ciência com seu aluno na sala de aula.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. *STS (1994) education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. . In: CARVALHO, A.M.P. (org.) *Ensino de Ciências*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33

BAROJAS, J. (Ed.) *Cooperative networks in physics education*. New York: American Institute of Physics, 1988. (AIP Conference Proceedings, 173).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

CARVALHO, A.M.P. Enculturação Científica: uma meta no ensino de ciências. Texto apresentado no XIV ENDIPE , Porto Alegre, abril (2008) 12 págs.

FERNANDES, S.S. (2012a) *Uma proposta de atividade investigativa envolvendo sistema métrico*. Dissertação de mestrado. IF, UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil

[WWW.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2012\\_Sandro\\_Fernandes/dissertacao\\_Sandro\\_Fernandes.pdf](http://WWW.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Sandro_Fernandes/dissertacao_Sandro_Fernandes.pdf)

FERNANDES, S.S. (2012b) O dia a dia das unidades de medidas. In: Vianna, D.M. & Bernardo, J.R. (org) *Temas para o Ensino de Física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, Rio de Janeiro: Bookmakers Ed. Ltda. (p.17 - p.34) [www.proenfis.pro.br](http://www.proenfis.pro.br)

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciências. In: *Enseñanza de las Ciencias*. Espanha. V21, N 3, 2003 p. 359-369

LOCATELLI, R.J. e CARVALHO, A.M.P. (2007) Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Rev. Bras. de Pesquisa em Ed. em Ciências*, V.7, N3

LONDRON, E,S,Z. O sistema Métrico Decimal como um Saber escolar em Portugal e no Brasil Oitocentista. Acesso: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/>

MORTINER, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. In: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (1). 2002. p.25-35

MENEZEZ, L.C. *Uma Física para o Novo ensino médio*, Física na Escola, v.1, n.1, p. 6-8, 2000.

MOREIRA, M.A, *Partículas e Interações*, Física na Escola, v. 5, n.2, 2004.

NASCIMENTO. S,S; VIEIRA. R,D. *Contribuições e limites do Padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências (2008)*. Acesso: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V8N2/v8n2a1.pdf>

OSTERMANN, F.; MOREIRA, Marco Antonio . Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. In: VII Interamerican Conference on Physics Education, 2000a, Canela. VII Interamerican Conference on Physics Education - Proceedings. Porto Alegre : Instituto de Física - UFRGS, 2000. p. 93-94

PENHA. S.P., CARVALHO, A.M.P. e VIANNA, D.M. (2009). A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. VII ENPEC. Florianópolis. Acesso em <http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewFile/612/117>

ROBERTS, D. A (1991). What counts as science education? In: FENSHAM, P., J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55.

R.CID e X.CID VIDAL, *O LHC ajudando a entender conceitos de eletrostática*, Física na Escola, V11, n.2, 2010.

SANTOS, W.L.P. e MORTINER, E.F. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira* In: *Ensaio*. Belo Horizonte. V.2 N. 2 UFMG: 2002 p.1-23.

[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/) (Divertidas, interativas, fundamentadas em pesquisas. São as simulações de fenômenos físicos do projeto PhET™ da Universidade de Colorado.)

<http://www.sprace.org.br/SPRACE/sprace-game-pt> (Link que dá acesso ao jogo SPRACE). [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lhsee&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lhsee&hl=pt_BR) (Link que dá acesso ao aplicativo LHSee).

[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=387%3Aescola-de-fisica-cern-2012&catid=50&Itemid=276](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=387%3Aescola-de-fisica-cern-2012&catid=50&Itemid=276) (SBF, Escola de Física do CERN 2012).

VIANNA, D.M., DIAS DE BUSTAMANTE, J. e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P (2003). *Buscando a Relação entre Eletricidade e Magnetismo*. SNEF, SBF, apresentação oral

VIANNA, D. M.; OLIVEIRA, F.F.; GERBASSI, R. S. Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física* (São Paulo), v. 29, p. 1-8, 2007.