



passou a se chamar Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM).

Mas o que é o Sirius? É um conjunto de aceleradores de partículas responsáveis pela geração de luz síncrotron. Essa é uma das primeiras fontes de luz síncrotron de quarta geração do mundo. Quando se fala em acelerador de partículas, o imaginário da população em geral é ativado, pois faz referência às grandes estruturas científicas já existentes. Um exemplo é a Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (CERN), na Suíça, onde fica localizado o maior acelerador de partículas do mundo, o Grande Colisor de Hádrons (LHC).

A luz síncrotron é uma radiação eletromagnética intensa, colimada e de amplo espectro, que vai do infravermelho aos raios X, e que é gerada ao se curvar a trajetória dos elétrons nos aceleradores de partículas. Essa radiação pode ser usada como um supermicroscópio, sondando dimensões de ordem atômica. As questões envolvidas nos experimentos em fontes de luz síncrotron despertam o interesse do público, principalmente quando a pessoa mais próxima de um cientista é um professor de física. Esse foi um dos objetivos principais da criação da ESPEM: aproximar os professores das escolas brasileiras de ciência e tecnologia de ponta produzidas por pesquisadores brasileiros em laboratórios nacionais.

O Sirius é administrado pelo Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) que é uma organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Localizado em Campinas-SP, possui quatro laboratórios referências mundiais e abertos à comunidade científica e empresarial.

O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) opera a única fonte de luz síncrotron da América Latina e está, no momento em que este artigo é escrito, construindo o Sirius, o novo acelerador brasileiro, de quarta geração, para análise dos mais diversos tipos de materiais, orgânicos e inorgânicos. O Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) desenvolve pesquisas em áreas de fron-

teira da biociência, com foco em biotecnologia e fármacos. O Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) pesquisa soluções biotecnológicas para o desenvolvimento sustentável de biocombustíveis avançados, bioquímicos e biomateriais, empregando a biomassa e a biodiversidade brasileira. O Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) realiza pesquisas com materiais avançados, com grande potencial econômico para o país.

Os quatro laboratórios têm, ainda, projetos próprios de pesquisa e participam da agenda transversal de investigação coordenada pelo CNPEM, que articula instalações e competências científicas em torno de temas estratégicos [5].

Mas como aproximar essa tecnologia de ponta brasileira das escolas de educação básica e da sociedade? As ações para esse movimento de aproximação têm que ser realizadas em algum dos lados responsáveis: professores, escolas ou centros de pesquisa. Consequentemente, haverá a necessidade de investimentos em algum ou todos os meios que podem ser responsáveis por essa popularização da ciência.

Quando se fala no investimento no ensino de física, lembra-se da formação dos professores de física. No Brasil, há uma carência de professores de física e uma dificuldade na formação de professores, seja durante a graduação na licenciatura em física pelas universidades, [5] seja pelo treinamento em serviço do professor que já está atuando em sala de aula. Falta motivação para o ensino, ainda mais quando as condições diversas da educação neste país continental são um dos principais fatores dessa carência.

Com essa experiência de professores de Ensino Médio

que têm interesse em se qualificar para intimamente se motivarem em conjunto com a criação de um grande centro tecnológico com ciência de ponta e com pesquisadores de excelência, foi criado em 2018 um grupo para elaboração da Escola para Professores, com representantes do LNLS e da Sociedade Brasileira de Física. O objetivo foi produzir um curso que contribuísse para o treina-

mento em serviço de professores de física.

Este artigo está dividido como se segue: após esta introdução, os objetivos gerais e específicos da ESPEM são apresentados na segunda seção. A terceira seção apresenta os critérios de seleção utilizados de modo a atingir ampla diversidade regional e de gênero. A quarta seção discute o conteúdo lecionado durante a Escola. Em seguida, apresentamos os relatos de alguns dos professores participantes sobre como o conhecimento adquirido durante a Escola contribui para o enriquecimento de suas práticas em sala de aula. No final, algumas considerações são apresentadas.

## 2. Objetivos da ESPEM

A ESPEM foi concebida como uma formação em serviço, propondo-se ao fomento de reflexões sobre a prática profissional a partir do conteúdo da física contemporânea. Muitos estudos acadêmicos apontam o grande distanciamento entre pesquisas científicas e ensino básico [6], e os professores não podem ficar de fora desse processo de revolução educacional. Ter um complexo de laboratórios com tecnologia de ponta e um acelerador de partículas no Brasil oferece uma oportunidade única para a formação de professores do ensino básico. Entre os objetivos da ESPEM, podemos citar: promover o ensino da física e, em particular, da física envolvida na utilização da radiação síncrotron, no Ensino Médio; promover o intercâmbio de conhecimentos e experiências entre professores de diferentes regiões do Brasil; expor os professores de física do Ensino Médio ao mundo da pesquisa; estimular atividades relacionadas à popularização da física dentro e fora da sala de aula; estreitar os laços entre o CNPEM e as escolas brasileiras.

Reconhecendo a importância da mudança da atual estrutura dos cursos de formação de professores, da aproximação das pesquisas científicas brasileiras na área da educação básica [7] e da necessidade da troca de experiências e vivências dos professores em diferentes cidades, a criação da ESPEM converge com a motivação do professor [8]. Ao participarem da ESPEM, os professores passam então de educadores a educandos e, nessa visão de alunos, os participantes sentem-se motivados a aprender.

Para que haja uma transformação e mudança, é preciso trabalhar a motivação dos educadores e estudantes. Segundo Acioly [9]:

**Entre os objetivos da ESPEM, podemos citar: promover o ensino da física e, em particular, da física envolvida na utilização da radiação síncrotron, no Ensino Médio; promover o intercâmbio de conhecimentos e experiências entre professores de diferentes regiões do Brasil; expor os professores de física do Ensino Médio ao mundo da pesquisa; estimular atividades relacionadas à popularização da física dentro e fora da sala de aula; estreitar os laços entre o CNPEM e as escolas brasileiras.**

A motivação do aluno é algo fundamental para os processos de ensino e aprendizagem, não apenas para o de ciências, mas para o de qualquer conhecimento. É preciso captar e prender a atenção do aluno para que o ensino seja mais efetivo, além de mais agradável, tanto para quem aprende como para quem ensina. O conceito da motivação está ligado à necessidade do ser humano de sobrevivência.

Um professor motivado, ao ter a oportunidade de ficar uma semana em um complexo de laboratórios de pesquisa de ponta que tem ligação com sua área de formação, consegue fazer correlações entre os conhecimentos teóricos envolvidos nas pesquisas e os conteúdos escolares. Segundo um participante da ESPEM 2019:

Eu consigo, hoje, conciliar alguns assuntos da física para o que foi vivenciado ou é vivenciado lá no acelerador de partículas. Primeiro, porque quando a gente começa a falar de partícula, os nossos alunos ou, às vezes, até nós professores... falávamos de uma coisa que era muito distante. Acelerador de partícula a gente só conhecia nos livros ou na televisão, quando passava alguma reportagem falando sobre o CERN ou outro acelerador de partículas. Eu não sabia que tinha um acelerador de partículas no Brasil. Isso não era do meu conhecimento. Ainda mais do tamanho e da magnitude que é o Sirius, ou que vai ser o Sirius, não é? Mas para a nossa prática pedagógica é muito enriquecedor, porque a gente consegue conciliar os nossos conteúdos vendo um livro didático que a gente tem que trabalhar em sala de aula com os nossos alunos, com aquilo que é feito lá, aquilo que é feito no acelerador de partículas.

Com base na experiência de diversos professores de física que frequentaram outros cursos de formação, como, por exemplo, a Escola CERN em língua portuguesa, que é um curso de formação continuada que ocorre uma vez por ano na Organização Europeia de

Pesquisas Nucleares(CERN), citados em diversos artigos[10–16], foi sugerido um curso de treinamento para contribuir para a formação de professores de física no CNPEM. Sendo uma intenção do CNPEM, em conjunto com a SBF, foi selecionada uma comissão que teve como objetivo elaborar um curso para contribuir para o treinamento em serviço de professores, apresentando a tecnologia e a ciência de ponta brasileiras, elaborando todas as etapas do processo seletivo: da divulgação, passando pela seleção de professores e finalizando na elaboração do curso.

Um dos professores selecionados, que participou das duas escolas, a Escola CERN e ESPEM, afirma:

A ESPEM, em particular, quando comparo com a Escola CERN, foi muito mais proveitosa, até por causa da língua. Mesmo sendo uma escola em português, é aquele português de Portugal, que quando é falado rápido, fica complicado. Eu acho que mesmo a relação com os pesquisadores, aqui, é muito mais tranquila, pois você conversa muito com todos eles. Então, para mim, as expectativas eram as melhores possíveis. Eu acho que foi tudo ótimo nessa história. Embora a escola do CERN tivesse mais coisas na minha área de formação, essa escola para mim foi mais inovadora, porque tinha muitas coisas que eu não conhecia. Tem muitas coisas que eu ainda não conheço.

Com base nas duas turmas que já aconteceram, em 2019 e 2020, a ESPEM tem atingido o objetivo de aproximar a pesquisa de ponta do ensino básico. Com base na experiência trazida dos selecionados, e com a proposta das oficinas didáticas, propostas começaram ser elaboradas e estruturadas para relacionar as aplicações da ciência envolvida em todo o complexo de laboratórios com os conteúdos da educação básica.

Os participantes tiveram contato com a mais alta tecnologia de ponta desenvolvida e aplicada no Brasil. Além de terem aulas e palestras de física moderna e clássica com pesquisadores de renome mundial, visitaram diversas instalações do CNPEM. Os professores tiveram aulas de radiação eletromagnética, aceleradores de partículas, produ-

ção de luz síncrotron, ótica de raios X e detectores: espalhamento e difração de raios X e espectroscopia de raios X, e receberam a missão de serem embaixadores do Sirius em seus estados.

A participação de 20 professores em 2019 e 35 professores em 2020, sendo de praticamente todos os estados da federação, e de realidades bem distintas, enriqueceu muito mais o curso e criou laços entre os professores que eram alunos naquele momento e com os pesquisadores que estavam no papel de professores.

### 3. Seleção dos professores

Os dois primeiros cursos realizados, em 2019 e 2020, tiveram entre os critérios de seleção a necessidade de estarem em sala de aula, para que a troca fosse mais rica. A seleção ocorreu entre os meses de agosto e janeiro anteriores à realização de cada escola.

Como o Centro Nacional de Pesquisa em Energias e Materiais (CNPEM) tem como objetivo, na idealização desse curso de treinamento em serviço de professores, estimular e formar futuros cientistas no âmbito nacional, foi decidido, em comum acordo com a comissão de organização, realizar uma seleção em que os professores escolhidos fossem os embaixadores do CNPEM em seus estados. Com isso, a seleção teve como objetivo atingir o maior número de estados e de regiões do Brasil, dentro no número de vagas, dando um certo equilíbrio dentro dos pré-requisitos solicitados no edital.

A primeira edição da ESPEM (Fig. 1), intitulada Escola de Síncrotron para Professores do Ensino Médio, foi realizada de 14 a 18 de janeiro de 2019. Dentre mais de 200 inscrições recebidas de todo o país, foram escolhidos 20 professores, sendo 12 do gênero feminino, de 16 estados (AC, AM, ES, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PI, PR, RJ, RR, RS, SP, TO) e do Distrito Federal.

Os critérios utilizados na seleção dos professores, na primeira edição, especificavam que os professores deveriam, dentre os vários pré-requisitos: trabalhar no Ensino Médio em pelo menos uma escola pública, podendo acumular cargo com outra escola pública ou escolas privadas; comprometer-se em assinar o termo de compromisso de divulgar a ESPEM em seu retorno à sua cidade de origem, explicando como será essa divulgação; comprovar a participação em diferentes projetos, como o PIBID, as olimpíadas e outros eventos e/ou atividades de pesquisa ou extensão



Figura 1 - Professores da turma de 2019 com as bandeiras de seus estados de origem no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

ligados ao ensino de física; comprovar a participação em eventos sobre o ensino de física, como simpósios, congressos e encontros, como exemplo o Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF), e apresentar uma justificativa de seu interesse em participar do projeto.

Já a segunda edição da ESPEM (Fig. 2), intitulada Escola de Sirius para Professores do Ensino Médio, foi realizada de 20 a 24 de janeiro de 2020. Dentre as inscrições recebidas de todo o país, foram escolhidos 35 professores, em um aumento do número de vagas

devido ao sucesso do ano anterior, sendo 15 do gênero feminino, de 20 estados (AC, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, RS, RJ, SC, SE, SP) e do Distrito Federal.

A maior parte dos critérios utilizados na seleção dos professores na edição de 2020 foi mantida em relação ao ano anterior. Porém, devido ao aumento do número de vagas oferecidas, os professores precisavam escolher em qual critério gostariam tentar a seleção: as vagas relativas às escolas municipais e estaduais, as da rede federal ou as das

instituições particulares.

Para a segunda edição, das 35 vagas oferecidas para a escola, 25 foram para professores de escolas municipais e estaduais, 5 para professores de escolas privadas e 5 para professores de escolas federais. Caso o professor acumulasse mais de um vínculo em diferentes esferas de atuação, ele deveria escolher no ato da inscrição em qual tipo de vaga ele gostaria de concorrer no processo seletivo.

#### 4. Conteúdo didático e programação

Na seleção e adequação dos conteúdos apresentados, foi levada em conta a sua contextualização e a interdisciplinaridade. As duas versões da ESPEM tiveram duração de 6 dias no CNPEM; os professores ficaram o dia inteiro imersos em aulas teóricas, visitas aos laboratórios, seminários com pesquisadores dos laboratórios nacionais, oficinas didáticas para elaboração de propostas para trabalhar os assuntos apresentados no Ensino Médio e mini-apresentação dos participantes selecionados.

As aulas teóricas e expositivas foram realizadas nos laboratórios e auditórios e incluíram tópicos que de certa forma dialogavam com assuntos que poderiam ser trabalhados na educação básica, como aceleradores de partículas, produção de luz síncrotron, óptica de raios X e detectores e conceitos básicos de técnicas experimentais como espalhamento e difração e espectroscopia, entre outros.

Em cada uma das aulas, foram explorados diferentes conceitos básicos da física clássica e da física moderna no contexto da produção e do uso de luz síncrotron. Dentre eles, movimento circular, sistemas oscilatórios, eletromagnetismo, relatividade especial, teoria quântica e interação da radiação com a matéria.

Diariamente, os participantes foram também introduzidos às pesquisas de cada laboratório e realizaram visitas às respectivas instalações. Por fim, para a imersão dos participantes com a pesquisa de ponta realizada no CNPEM, foram apresentados seminários com temas atuais em diferentes áreas em que atuam os pesquisadores do Centro.

A necessidade de aproximar a ciência e a tecnologia de ponta da educação básica ficou bem clara na fala de um dos professores selecionados:

Bom, a Escola Sirius, na verdade, é uma oportunidade pa-



Figura 2 - Professores da turma de 2020 exibem orgulhosamente as bandeiras de seus estados de origem na entrada do Sirius.

ra nós professores termos acesso a um centro de pesquisa de excelência. E o que a gente entende da ESPEM e dessa relação com a SBF, a Sociedade Brasileira de Física? Que é uma oportunidade, para nós professores da área, de termos uma educação continuada, direcionada, fazer links com o mundo prático das pesquisas de ponta. Então, para nós é uma grande oportunidade. Ninguém gostaria de deixar essa oportunidade passar, não é mesmo? Eu acho que qualquer professor que tenha acesso a uma semana imerso lá, aprendendo sobre conteúdos que a gente passa no dia a dia da sala de aula e que a gente explica, mas a gente adoraria ver aplicações práticas, e pesquisas bem aprofundadas sobre o tema. Claro que todo mundo adoraria viver isso?!

Então, a escola serviu como um divisor de águas para a grande maioria de todos os professores lá. Porque a maioria tinha uma vivência muito clara na sala de aula com o Ensino Médio. A gente tinha uma experiência de lidar com esse público, mas esse enriquecimento do que a gente viveu lá nos auxiliou muito no dia a dia. Foi bem positivo esse nosso vínculo com a Escola Sirius.

Em alguns momentos, durante a programação, para incentivar a troca de experiências e interação, os professores participantes reuniram-se para elaborar propostas de aplicação de conteúdos estudados na ESPEM para o Ensino Médio e discutir a aplicação de experimentos de baixo custo para realização em suas salas de aula, além de pensar em estratégias de divulgação das pesquisas realizadas no CNPEM em seus estados. Os professores realizaram também uma pequena apresentação de suas propostas escritas na carta de intenções e justificativas para os demais participantes.

Ficou visível, na fala de alguns participantes, a relação dos assuntos ali estudados com a rotina escolar. Por exemplo, uma professora que participou em 2020 relatou:

Quando aparecesse um con-

teúdo... Tipo assim: apareceu, no primeiro ano [do Ensino Médio] movimento circular. Ai, eu ia usar a trajetória aproximadamente circular que os elétrons fazem lá, para dar um exemplo. Quando eu fui falar de eletromagnetismo no terceiro ano [do Ensino Médio]. A história de que quando a carga tem um sinal ela vai para um lado, e quando tem o sinal oposto ela vai para outro. Então, a minha intenção era usar isso na sala de aula.

E outro professor, participante em 2019, concordou:

No meu planejamento, por exemplo, eu já coloco essa questão do acelerador de partículas, quando eu vou falar de determinados assuntos. Quando vou falar de óptica, lembro muito da questão do monocromador, porque aquilo me chamou a atenção. Como é manipulado, como conseguem manipular a faixa de energia e a faixa de luz que eles querem utilizar... Quando eu vou falar sobre elétrons, por exemplo – eu começo falando sobre elétrons para os alunos do terceiro ano [do Ensino Médio]. Quando a gente vai ver mais a fundo a questão da eletricidade – que eu sempre começo falando sobre os átomos –, eu resgato essa questão dos modelos atômicos... Eu sempre falo do movimento desse elétron bem próximo à velocidade da luz para gerar essa radiação toda, que é utilizada pelo acelerador de partículas.

Ao final do evento, os participantes receberam um certificado com a quantidade de horas, comprovando sua participação, para a apresentação em suas escolas de origem e para usar como carta de entrada em futuras apresentações.

### **5. Avaliação da escola pelos participantes**

Ao finalizar as duas edições da ESPEM, os professores participantes deram seus depoimentos sobre a experiência na escola de formação continuada e como foi a contribuição em sua rotina de trabalho, e um dos participantes

relatou:

...a escola serviu como um divisor de águas para a grande maioria de todos os professores que participaram. Porque a maioria tinha uma vivência muito clara na sala de aula com o Ensino Médio. A gente tinha uma experiência de lidar com esse público, mas esse enriquecimento do que a gente viveu lá nos auxiliou muito no dia a dia. Foi bem positivo esse nosso vínculo com a Escola Sirius.

Quando a pergunta foi relacionada à contribuição da ESPEM para as práticas pedagógicas, outro professor relatou:

A ESPEM nos colocou em contato com professores de vários estados, com situações totalmente distintas das nossas. Então, o que achávamos que era um problema, percebíamos que muitos outros professores de outros lugares resolveram, deram soluções para os mesmos problemas, ou similares, com uma opção criativa, utilizando elementos de mais prática em sala de aula, utilizando os poucos recursos que tinham para incentivar... Então, a gente conseguiu aproveitar bastante essa experiência dos outros para compreender as nossas problemáticas nas nossas escolas e comunidades. Principalmente para aqueles que lidam com a escola pública. E a gente conseguir entender o problema, conseguir achar soluções e ter com quem compartilhar também. Porque agora nós já temos a vivência de outros que passaram pela experiência e alguns tiveram sucesso, outros, insucesso, mas essa troca de experiência nos ajudou a entender nossa situação em nossa cidade, em nossa comunidade, e poder atuar de forma mais efetiva.

Ao ser perguntado sobre as expectativas sobre a ESPEM, um professor relatou:

As expectativas eu falo quais eram: conhecer os laboratórios; conhecer os pesquisado-

res e conversar com eles; entender o que se fazia lá, a partir do ponto de vista técnico e a partir do ponto de vista deles, porque eles têm um compromisso muito grande de retornar para a sociedade todo o investimento que eles fizeram. Então, eu queria ter essa interação com eles. As expectativas foram atendidas, foram ultrapassadas. O que a gente via era muita proatividade neles. Todos aqueles que se apresentaram, apresentaram-se porque queriam estar falando com a gente. Eles queriam estar apresentando. Eles sabiam dos nossos dilemas e eles até falavam “Eu vim da escola pública também”, “Eu não tinha nada disso na minha época”, “Eu comecei meu trabalho na escola, depois virei pesquisador, mas agora é o momento de eu poder retribuir a alguém”. Então, as expectativas foram ultrapassadas! Além de conhecer a estrutura e tudo aquilo que eu desejava conhecer, conhecer as pessoas por trás daquilo. Foi muito legal! Conhecer a boa vontade, a empatia deles com a gente, o desejo de passar o conhecimento e o desejo de estarem disponíveis. Porque nós temos o contato de boa parte deles, não é? Eles se colocaram sempre à disposição para qualquer dúvida. E isso é ótimo! Com certeza foram ultrapassadas as expectativas!

Outro comentário que vale destacar foi:

Eu não tinha grandes expectativas. Eu acreditava que seria uma espécie de curso, como se fosse um evento de uma semana, um congresso, alguma coisa desse gênero. Eu fiquei muito surpresa, primeiro por conseguir compreender que os brasileiros desenvolvem, sim, pesquisa de ponta, e que nós temos centros de pesquisa que contribuem para a ciência mundial. Eu fiquei surpresa também com a estrutura, a dimensão, o tamanho dos laboratórios de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. Me surpreendi com o nível do curso. Achei que tudo foi transposto com uma linguagem muito acessível, e que houve uma real preocupação de fazer com que o curso não fosse destinado a acadêmicos, mas sim a professores. Então, foram superadas as minhas expectativas.

Os professores apontam ainda alguns pontos que poderiam ser melhorados, como por exemplo, um tempo maior para visitas, aprimorar as oficinas didáticas, adicionar palestras sobre o ensino de física moderna e contemporânea, distribuição de bibliografia antes do evento e permitir momentos para a discussão da aplicação em sala de aula dos temas tratados.

Mas o que é percebido em todos os

relatos é um reconhecimento da grandeza do projeto e da necessidade de continuar sempre inovando, aumentando o número de vagas e tornando o projeto cada vez mais multidisciplinar, como, por exemplo, a sugestão de inclusão de professores de química e biologia.

## 6. Considerações finais

Um dos relatos mais frequentes que os professores apresentaram para descrever a ESPEM foi a oportunidade de interagir com colegas de todas as regiões do Brasil, sendo também uma oportunidade única de entrar em contato com pesquisadores e pesquisas de ponta realizadas no Brasil, promovendo sinergias entre os professores e pesquisadores através da troca de conhecimentos e de experiência. Entendemos que a ESPEM é mais do que um curso de formação continuada; é uma oportunidade de desenvolver colaboração para um objetivo compartilhado, que é o envolvimento efetivo de professores de física do Ensino Médio com a física moderna, a descoberta científica e a inovação, combinando recursos humanos com o objetivo de melhorar o ensino de física no Brasil. Vários dos professores têm realizado, desde então, seminários e apresentações sobre o que aprenderam na ESPEM para seus alunos e outros colegas professores. Isso ilustra o potencial multiplicativo dessa iniciativa para divulgar a ciência e a tecnologia na sociedade, principalmente nas regiões mais afastadas do país.

## Agradecimentos

V.A. agradece à SBF pelo apoio recebido.

## Referências

- [1] F. Rezende, A. Lopes, J.M. Egg, *Ciência & Educação*, **10**, 185 (2004).
- [2] E.C. Ricardo, in *Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação)*, A.M.P. Carvalho (org.) (Cengage Learning, São Paulo, 2010), cap. 2.
- [3] D.A. Sinflório, P. Fonseca, L.F.S. Coelho, A.C.F. Santos, *Physics Education*, **41**, 539 (2006).
- [4] A.C.F. Santos, P. Fonseca, L.F.S. Coelho, *Conference Proceedings*, **1099**, 211 (2009).
- [5] <http://cnpem.br/> Acesso em 26/5/2020.
- [6] E. Norman, E. Larimer, G. Rech, J. Lee, C. Vue, T. Leubane, K. Zamvil, L. Guthrie, *Am. J. Phys.*, **72**, 652 (2004).
- [7] K.M. Zeichner, in *Cartografias do Trabalho Docente*, C.M.G. Geraldi, D. Fiorentini, E.M.A. Pereira (orgs.) (Mercado de Letras, Campinas, 1998).
- [8] J.A. Tapia, *A Motivação em Sala de Aula: O Que É, Como Se Faz*, trad. Sandra Garcia (Loyola, São Paulo, 1999) 2ª ed.
- [9] V. Acioly-Barbosa, *Visitas Virtuais como Instrumento Motivacional para o Ensino de Ciências e Divulgação Científica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, 2015.
- [10] E. Gama, M.F. Barroso, *Física na Escola*, **10**(2), 32 (2009).
- [11] M. Máximo-Pereira, *Física na Escola*, **12**(1), 37 (2011).
- [12] S. Fernandes, A. Santos, *Física de Partículas no Ensino Médio: Propostas Didáticas com Abordagens Diversas*, (Não publicado, 2013).
- [13] P.T. Abreu, in: *Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN*, N.M.D. Garcia (org.) (Editora Livraria da Física/Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, 2015), p. 37-58.
- [14] N.M.D. Garcia, in: *Nós, Professores Brasileiros de Física do Ensino Médio, Estivemos no CERN*, N.M.D. Garcia (org.) (Editora Livraria da Física/Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, 2016), p. 351-362.
- [15] L. Denardin, R.W.M. Lima, J.B.S. Harres, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, **12**, 58 (2019).
- [16] A. Alexopoulos, M. Pavlidou, S. Cherouvis, *Phys. Educ.* **54**, 015013 (2019).