

Ciência aprendida no CERN: contribuições para o ensino de Ciências

Science learned at CERN: Contributions to Science Education

Karine dos Santos Coelho

E.E.B. Apolônio Ireno Cardoso
kakascoelho@hotmail.com

Rejane Maria Ghisolfi da Silva

PPGEnCT/URI/RS
proferejane@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem por objetivo identificar as possíveis contribuições do CERN na formação docente para possibilitar a introdução de tópicos de Física Moderna nos processos de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Para isso analisa artigos publicados em eventos e periódicos em Ensino de Ciências e Educação em Ciências que tratam sobre experiências formativas no CERN. Além disso, apresenta as atividades propostas por uma das professoras que participou do Curso (edição 2014). A abordagem de investigação adotada é qualitativa, valendo-se da análise de conteúdo dos resultados da experiência da professora. Os resultados indicam que a formação no CERN possibilita uma formação científica mais alargada ao docente. Além disso, o professor adquire subsídios teórico-metodológicos para repensar as práticas de ensino, propor outras formas de organização curricular e modificar as estratégias de ensino e aprendizagem.

Palavras chave: CERN, Ensino de Ciências, estrutura da matéria.

Abstract

This work aims to identify the possible contributions of CERN in teacher training to enable the introduction of modern physics topics in teaching and learning processes in the school context. For that analyzes articles published in journals and events in Teaching Science and Science Education that deal with training experiences at CERN. It also presents the activities proposed by one of the teachers who attended the course (edition 2014). The adopted approach is qualitative research, drawing on the content analysis of the experience of the teacher results. The results indicate that the formation at CERN enables a wider scientific training for school. In addition, the teacher acquires theoretical and methodological elements to reconsider teaching practices, propose other forms of curriculum organization and modify the teaching and learning strategies.

Key words: CERN, science education, structure of matter.

Introdução

A estrutura básica da matéria está na pauta de discussões de investigadores do campo da Didática das Ciências. Constata-se na literatura uma diversidade de estudos que tratam sobre diferentes compreensões sobre a estrutura da matéria (TRINIDAD-VELASCO; GARRITZ, 2003; GALLEGOS; GARRITZ, 2003; GÓMEZ-CRESPO; POZO, 2000) estratégias para os processos de ensino e aprendizagem (POZO; FLORES, 2007; BENARROCH, 2000 (a,b); GÓMEZ-CRESPO; POZO; GUTIÉRREZ-JULIÁN, 2004; dificuldades conceituais nas aprendizagens (POZO; CRESPO, 2009); conhecimento pedagógico dos professores (GARRITZ; TRINIDAD-VELASCO, 2006; SÁ; GARRITZ, 2014). Todavia, ainda carece de investigações sobre tópicos da Física Moderna e Contemporânea (MONTEIRO, NARDI, BASTOS FILHO, 2009; OSTERMANN, MOREIRA, 2000; GRECA, MOREIRA, 2001).

Nos processos de ensino e aprendizagem a situação também é complexa, pois a abordagem de aspectos da Física Moderna que permita "*aos jovens uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria [...]*", ou *mais especificamente sobre a Física de Partículas, incluindo "[...] as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo de partículas [...]"* (BRASIL, 2002, p.70), ainda, parece estar ausente nas práticas docentes de alguns professores. Tradicionalmente, a ênfase no ensino é dada aos conteúdos da Física Clássica (MACHADO; NARDI, 2003; OLIVEIRA et al. 2007), que são repassados de forma tradicional seguindo o modelo de transmissão e recepção, o que desestimula os alunos a aprender Ciências (POZO; CRESPO, 2009) e a ter uma compreensão da estrutura da matéria em sintonia com a produção científica contemporânea. Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) apontam alguns dos impedimentos de os professores explorarem conteúdos de Física Moderna em suas aulas. Um dos impedimentos, citado pelos autores, é a fragilidade de conhecimentos dos docentes.

Para modificar essa situação, nos últimos anos a Sociedade Brasileira de Física com o apoio da CAPES tem proporcionado a oportunidade de os professores participarem de uma formação científica no CERN (Centro Europeu de Pesquisa Nuclear), em Genebra- Suíça e, também, no LIP- Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, em Lisboa- Portugal. Aproximadamente, esse evento tem duração de duas semanas. A formação tem como propósito capacitar os professores para introduzir tópicos de Física Moderna, e em especial, de Física de Partículas, no Ensino Médio. É nesse contexto que se situa o presente trabalho. Será que a formação docente no CERN tem contribuído para introduzir de tópicos de Física Moderna nos processos de ensino e aprendizagem no contexto escolar?

Este trabalho tem por objetivo identificar as possíveis contribuições do CERN na formação docente para possibilitar a introdução de tópicos de Física Moderna nos processos de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Para isso analisa artigos publicados em eventos e periódicos em Ensino de Ciências e Educação em Ciências que tratam sobre experiências formativas no CERN. Além disso, apresenta as atividades propostas pela professora participante do Curso, da edição 2014, valendo-se da análise das mesmas. Parte-se do pressuposto que a formação no CERN pode subsidiar boas práticas no Ensino de Ciências.

Metodologia

A abordagem de investigação adotada é qualitativa. Segundo Bogdan & Biklen (1994), esse tipo de investigação assume muitas formas e é conduzida em múltiplos contextos. O trabalho empírico desta investigação contou com a participação de uma das autoras que participou da

formação no CERN e que desenvolveu algumas atividades didáticas com os seus alunos. Tais alunos foram identificados por letras para manter o anonimato.

Para subsidiar este trabalho foi realizada uma revisão na literatura que consistiu na identificação de artigos publicados por professores participantes da Escola CERN nas diversas edições do evento, levando em consideração a divulgação/contribuição metodológica. Para isso, fez-se um recorte temporal de 2009 a 2014, em periódicos nacionais da área de Educação em Ciências e Ensino de Ciências.

Num primeiro momento os periódicos pesquisados abrangeram todos os acervos disponibilizados online nos portais destas revistas: Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências, Alexandria, Ciência & Educação, Investigações em ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Ciência & Ensino, Experiências em Ensino de Ciências, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. A revisão bibliográfica incluiu também as Atas de eventos da área de Educação em Ciências e Ensino de Ciências: apresentados nos ENPECs (*Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências*), ENEQs (*Encontros Nacionais de Ensino de Química*), EPEFs (*Encontros de Pesquisas em Ensino de Física*), SINECTs (*Simpósios Nacionais de Ensino de Ciência e Tecnologia*) e (SNEFs) (*Simpósios Nacionais de Ensino de Física*).

Entretanto, dado o exíguo número de artigos publicados nesses eventos e periódicos, persistiu-se a busca pelo google e foi possível encontrar mais dois trabalhos divulgados pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF- UFRJ). Os artigos estão listados abaixo:

- Luciano Denardin de Oliveira. Utilizando ambientes virtuais no estudo da física de partículas: contribuições de uma visita ao CERN. ENPEC, 2013.
- Almir Guedes dos Santos e Sandro Soares Fernandes. Física de Partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas. IF-UFRJ, 2013.
- Sandro Soares Fernandes e Almir Guedes dos Santos. Escola de Física do CERN: Como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender Física de Partículas? IF-UFRJ, 2013.
- Fabiana Botelho Kneubil. Explorando o CERN na física do Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2013.

A análise dos resultados da experiência da professora foi realizada por meio da análise de conteúdo. A análise de conteúdo compreendeu as seguintes etapas: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2006). Na pré-análise organizou-se o material. Logo a seguir explorou-se o material e buscou-se identificar e extrair as unidades mais significativas. No tratamento dos resultados, inferência e interpretação realizou-se o adensamento e destacaram-se as informações para análise, finalizando com a realização de interpretações conclusivas. Essa última etapa exigiu uma intuição aguçada e uma análise reflexiva e crítica (BARDIN, 2006).

Antecedentes: o que dizem as pesquisas

É possível constatar nos trabalhos uma diversidade de estratégias e atividades elaboradas com a finalidade de contribuir para a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Oliveira (2013) desenvolveu um plano de atividades com auxílio da rede social facebook a serem aplicadas no Ensino Médio e/ou de divulgação das atividades realizadas no CERN. Com o objetivo de aproximar os alunos das atividades desenvolvidas no CERN, buscou despertar o interesse deles pela Ciência por meio da vivência experimentada pelo professor. Ressalta que os alunos de hoje são nativos em uma linguagem tecnológica, por isso é

necessário pensar num estreitamento na forma de ensinar, com o quê ensinar e os interesses dos alunos.

A partir da interação via facebook, Oliveira (2013) identificou algumas visões deformadas da Ciência nos alunos, mas ao mesmo tempo um grande interesse por tópicos atuais de Física. Por isso, ele defende que se abra nos currículos de Física, além de discussões clássicas, discussões contemporâneas. Verificou também que o uso de redes sociais se mostra uma ótima ferramenta de aprendizagem cooperativa, então, sugere que se utilizem espaços não formais de atividades, como a rede social facebook.

Santos e Fernandes (2013a) relatam atividades didáticas de Física para o Ensino Médio, apresentando duas propostas que contemplam aspectos da Filosofia e Epistemologia das Ciências; História da Ciência e CTS. O objetivo é refletir e discutir aspectos típicos da natureza do conhecimento científico e proporcionar ao aluno pensar, discutir e estabelecer compreensões, com o apoio do docente, acerca dos seguintes aspectos: Ciência enquanto construção humana; evolução conceitual dos modelos atômicos; e influências recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Em relação as propostas é possível constatar uma preocupação em aproximar o conhecimento e a construção desse conhecimento científico do aluno. Principalmente no que se referem ao processo histórico de construção da Ciência, as concepções filosóficas e epistemológicas da construção do conhecimento científico e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Entretanto, nenhuma das duas propostas foi aplicada em turmas do Ensino Médio.

Os autores Fernandes e Santos (2013b) publicaram outro artigo cujo objetivo é explorar de que maneira a Escola de Física do CERN poderia mudar a concepção sobre o ensino de Física Moderna e de que forma poderiam inserir esses conhecimentos nas salas de aulas. Para eles nossos alunos estão mergulhados em atividades que de alguma maneira estão ligados a Física Moderna e a utilização de uma Física do micro, do muito pequeno, como i-pods, i-phones, tablets e celulares.

Fernandes e Santos (2013b) propõem uma atividade didática em CTS. Para isso, usaram duas reportagens de telejornais sobre o LHC e um roteiro contendo dois textos e perguntas entregues aos alunos. E, também, utilizaram aplicativos, jogos e simuladores para inserir novos tópicos e explorar com mais detalhes alguns temas. As propostas foram aplicadas em algumas turmas do Ensino Médio onde os professores-autores puderam verificar que alguns conceitos de Física de Partículas foram apropriados e passaram a fazer sentido para o aluno.

Kneubil (2013) descreve os experimentos do CERN e adapta-os ao currículo escolar. Descreve a relação entre a força coulombiana e o hidrogênio usado no CERN nas colisões; entre o campo elétrico e aceleração das cargas; a energia dos feixes de prótons; o campo magnético; a corrente elétrica e em especial a corrente do feixe de prótons; a refrigeração e o desenvolvimento tecnológico da criogenia; a aquisição e armazenamento de dados nos experimentos; o trabalho no CERN com a epistemologia. Conclui que o professor deve ter claro o objetivo e a intenção didática antes da escolha dos conteúdos, praticando a vigilância epistemológica.

As pesquisas sugerem que a formação no CERN tem potencializado as práticas docentes no sentido de estar em consonância com a produção científica contemporânea, para além daquela tradicionalmente explorada pelos professores nas aulas de Ciências/Física.

A experiência no contexto escolar

A professora desenvolveu um conjunto de atividades na E.E.B. Apolônio Ireno Cardoso durante as aulas de Química e Física explorando tópicos sobre a estrutura básica da matéria e, em especial, buscou introduzir alguns dos conhecimentos explorados durante a formação no CERN. O público alvo foram os alunos do Ensino Médio da referida escola. Entre as atividades realizadas pode-se citar: - Pesquisa e discussão em grupo sobre a evolução do Modelo Atômico.

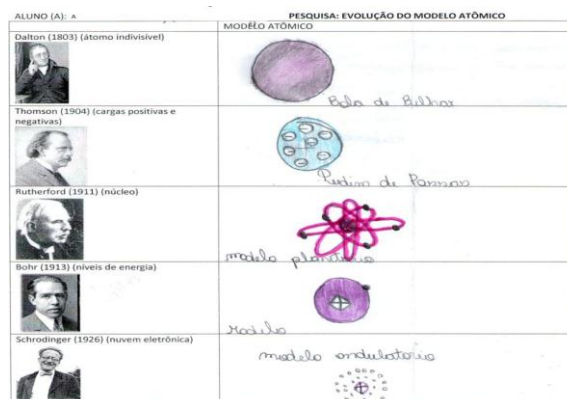


Figura 1: Atividade de pesquisa realizada pelos alunos

- A apresentação do vídeo: O discreto charme das partículas elementares, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FAISMNkR>. Foi possível observar que essa atividade instigou os alunos a questionarem quais partículas constituíam o interior do átomo. Muitos alunos perceberam que a constituição do átomo vai além dos prótons, nêutrons e elétrons. E que o mesmo é constituído também de partículas elementares, com suas denominações específicas - quark down, quark up, quark charm, quark strange, quark botton, quark top-conforme as falas dos alunos.

Eu acho que o átomo é composto por cargas negativas e positivas, núcleo, prótons, nêutrons, e por fim partículas elementares (L).

O átomo é uma partícula menor que compõe elementos, e ele é constituído por prótons, nêutrons, elétrons e pelos quarks: quark down, quark up, quark charm, quark strange, quark botton, quark top (D).

A matéria é formada de pequenas partículas, os átomos e estes são formados por partículas elementares. Sendo as partículas os prótons, os elétrons e os nêutrons. Os prótons e os nêutrons são formados de quarks (M).

No que diz respeito a essa área de estudo que envolve componentes não observáveis pelos nossos olhos, esse vídeo traz muitas ilustrações sobre as partículas elementares e suas interações, como modelos de representação, o que contribuiu para esclarecer aos alunos que a estrutura do átomo não é constituída apenas de prótons, nêutrons e elétrons.

- A apresentação de slides sobre o CERN, também foi explorada pela professora. (<https://indico.cern.ch/event/319982/>). Após a apresentação dos slides os alunos manifestaram o que pensavam sobre pesquisas no CERN e o impacto das mesmas no Ensino de Ciências.

Colisor de partículas, Bóson de Higgs, elas impactam também a química, matemática, pois usa de muitos números para identificar, usa experiências químicas variadas. (I)

A velocidade da luz, o estudo de partículas elementares. Os estudos do CERN não têm impactos somente na Física, impactam também na medicina, na química, tecnologia, etc (E)

Teoria do Big Bang, bóson de Higgs, elas não impactam somente a Física. Pois são importantes para relacionarmos a criação do Universo, como as coisas são criadas. (C)

Embora os alunos manifestem ter conhecimento sobre a pesquisa no CERN, não explicitam se essas pesquisas influenciam em suas vidas.

-Apresentação de documentário sobre o CERN, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uodUlpSkvWs>. Essa atividade forneceu mais informações relativas aos trabalhos de pesquisas no CERN e ao desenvolvimento científico e tecnológico. Após, a apresentação do documentário aos alunos a professora propôs uma roda de discussão.

“O CERN está localizado entre a França e a Suíça, o colisor de partículas tem 27 km de comprimento e está a 100 metros abaixo da Terra. O CERN é um lugar onde estuda a explosão do Big Bang”. O documentário trata sobre a teoria do Big Bang. Meu pensamento, a respeito do documentário serve para descobrir a origem do mundo. A sociedade é muito medrosa, eles têm medo que o colisor possa estourar e abrir um buraco negro” (J).

“O desenvolvimento do CERN, um centro de pesquisa que estuda o desenvolvimento das partículas, as colisões que são causadas, onde se descobrem várias outras partículas” (E).

“Se trata do CERN que fica na Suíça, 100 metros abaixo do solo com 27 km de túnel onde são feitas as colisões de partículas. Penso que é algo interessante. Eles têm medo de acontecer algo com o colisor e dar uma explosão e surgir um buraco negro” (A).

As falas dos alunos sugerem uma interpretação de Ciência construída com teorias, técnicas e instrumentos. Desse modo, a partir do reconhecimento da atividade científica, identificam “o medo de surgimento de um buraco negro” como uma questão equivocada da população desprovida de informações.

- Confecção de maquetes. Essa atividade foi importante para o processo de abstração das informações sobre o centro de pesquisa e o acelerador de partículas que estão muitos distantes, geograficamente, dos alunos.

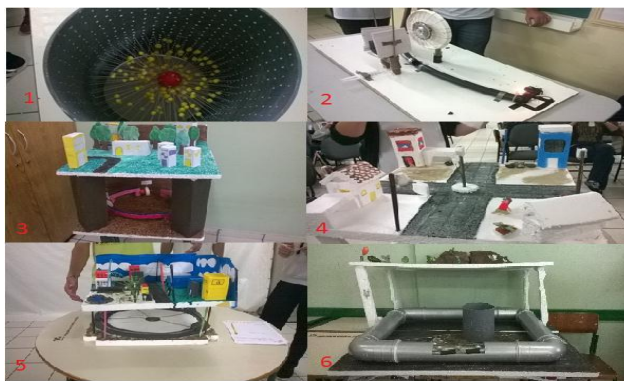


Figura 2: Atividade de maquete confeccionada pelos alunos. (As imagens 1 e 2 são representações apenas do LHC, a imagem 4 apenas do CERN e as imagens 3, 5 e 6 são representações do LHC e do CERN)

Em relação a atividade os alunos manifestaram as seguintes opiniões.

“Com a construção das maquetes, foi bem legal e também foi um pouco cansativo e aprendemos coisas sobre o CERN e o LHC. O CERN é um dos maiores centro de pesquisa do mundo, e fica na França e Suíça. O LHC é onde há partículas dentro, e por causa do LHC foi descoberto o bóson de Higgs”. (J)

“Eu aprendi muito que a maquete fez a gente aprender mais coisas que não sabia, porque não sabia que existia um laboratório embaixo da terra na Suíça em divisa com a França. E também descobri muitas partículas importantes” (P).

A construção das maquetes possibilitou novas compreensões dos conteúdos de Física. Nas maquetes foi representado e explicitado compreensões sobre a colisão entre o feixe de prótons (imagens 1 e 2); o LHC ser localizado a 100 metros de profundidade (imagens 3, 5 e 6); o colisor ser constituído por tubos circulares (imagens 3, 5 e 6); o CERN ter a proporção de uma cidade (imagens 3, 4, 5 e 6); o LHC possuir detectores responsáveis pelas leituras resultantes da colisão entre os feixes de partículas (imagens 2 e 3).

Segundo a professora o grande mérito da formação no CERN foi ter adquirido fundamentos teórico-metodológicos que possibilitou a realização de novas abordagens no Ensino de Física. Visto que durante a sua formação profissional não foram contemplados conteúdos sobre a Física Contemporânea. Foi a partir da formação recebida que passou a ter interesse sobre o tema e percebeu a necessidade de repensar os conteúdos curriculares, que ficavam restritos aos tópicos clássicos da Física. A professora argumentou que para contemplar aspectos do que aprendeu no CER foi preciso administrar o tempo e definir o que realmente era essencial para ser aprendido em Física.

Considerações finais

Este trabalho tem como propósito identificar as possíveis contribuições do CERN na formação docente para possibilitar a introdução de tópicos de Física Moderna nos processos de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Assim, será que a formação docente no CERN tem contribuído para introduzir os tópicos de Física Moderna nos processos de ensino e aprendizagem no contexto escolar?

Os resultados indiciam que a formação no CERN possibilita uma formação científica mais alargada ao docente. Além disso, o professor adquire subsídios teórico-metodológicos para repensar as práticas de ensino, atualizar os conhecimentos, propor outras formas de organização curricular e modificar as estratégias de ensino e aprendizagem. Todavia, parece ser necessário contextualizar os conhecimentos físicos no sentido de dar significado aos tópicos estudados.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos à SBF (Sociedade Brasileira de Física), ao Departamento de Educação Básica da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela oportunidade da autora participar da Escola de professores de Física no CERN em Língua Portuguesa, edição 2014, que proporcionou a escrita deste artigo.

Referências

- BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994.
- BENARROCH, A. Del modelo cinético-corpuscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. V.23, 2000a, p. 95-108.
- BENARROCH, A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la matéria. **Enseñanza de las Ciencias**. V.18, n. 2, 2000b, p. 235-244.
- BENARROCH, A. Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la matéria. **Enseñanza de las Ciencias**. V.19, n.1, 2001, p.123-134.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação, Brasília, 2002.

CERN. **LHC the guide**. Disponível em: <http://home.web.cern.ch/topics/large-hadron-collider>. Acesso em 26 de janeiro de 2015.

_____. **Educational**. Disponível em: <http://indico.cern.ch>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2015.

_____. **Organização Europeia para Pesquisa Nuclear**. Disponível em: <http://home.web.cern.ch/about>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2015.

GALLEGOS, L.; GARRITZ, A. **Model profiles as a representation of conceptual change in students, sometida a Science Education**, 2003.

GARRITZ, A.; TRINIDAD-VELASCO, R. El conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia . **Educación Química**. V. 17, 2006, p. 114–141 (Extra).

GÓMEZ CRESPO, M.A.; POZO, J.I. Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío. **Tarbiya**, V. 26, 2000, p. 117-139.

GÓMEZ-CRESPO; M.A., POZO, J. I.; GUTIÉRREZ-JULIÁN, M.S. Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestro sentido. **Educación Química**. V. 15, n.3, 2004, p. 198-209.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, vol. 6, n.1, 2001, p.29-56.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Avaliação do Ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IV. Atas...** Bauru, 25 a 29 de nov. de 2003.

NARDI, R. org. **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-10>. Acesso em 25 de abril de 2015.

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, 2007, p.447-454.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea” no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, V.5, n.2, 2000.

POZO, J. I.; FLORES F. **Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia**. Madrid: Antonio Machado libros, 2007.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SÁ, L. P.; GARRITZ, A. O conhecimento pedagógico da “natureza da matéria” de bolsistas brasileiros participantes de um programa de iniciação à docência. **Educación Química**. V. 25, n. 3, 2014, p. 363-379.

TRINIDAD-VELASCO, R.; GARRITZ, R.A. Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la matéria. **Educación Química**. V. 14, n.2, 2003, p. 72-85.