

As Pesquisas sobre o Ensino de Física de Partículas: um estudo baseado em Teses e Dissertações

Research Concerning Elementary Particles: a study on theses and dissertations

Leandro Londero, Giovana Letícia Mosinahti

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – IBILCE/UNESP
llondero@ibilce.unesp.br, gihmosinahti@hotmail.com

Resumo

Apresentamos os resultados de uma pesquisa do tipo “Estado do Conhecimento” sobre o ensino de Física de Partículas Elementares, com foco em teses e dissertações. Para tanto, revisamos esses tipos de produções, identificadas por meio da consulta ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES. Analisamos a frequência de produções, os objetivos, as abordagens teóricas e metodológicas, os focos dominantes, as lacunas existentes, pontuamos os resultados mais significativos e as sugestões para mudanças e inovações da prática pedagógica. Identificamos 16 estudos. O conjunto mais significativo de produções é aquele referente a elaboração e/ou implementação de propostas didáticas. Observamos uma pluralidade de referenciais teórico-metodológicos. A Transposição Didática foi o principal referencial adotado. Parece haver certo consenso no uso de um enfoque qualitativo que leve em conta os aspectos conceituais ou uma abordagem CTS.

Palavras chave: física de partículas elementares, estado do conhecimento, teses e dissertações

Abstract

In this work the results of a “Status of Knowledge” research concerning Elementary Particles teaching is presented focusing on theses and dissertations. To do so, this type of production on CAPES Theses and Dissertations Database was reviewed and it was analyzed the periodicity of production, objectives, the theoretical and methodological approaches, the prevailing focus and the existing gaps. Besides this, it was ranked the more significant results and the suggestions regarding changes and innovations in the pedagogical practice. It was identified 16 studies. The more significant set of productions is the one concerning elaboration and/or didactic proposal. Although the studies presented a variety of theoretical-methodological references, the Didactical Transposition approach was the main chosen teaching approach. It can be noticed a consensus among researchers regarding the application of qualitative focus considering conceptual or when applying a STS approach.

Key words: elementary particles, state of art, theses and dissertations

Considerações Iniciais

A área de Pesquisa em Ensino de Física já produziu um conjunto de investigações com foco na análise da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em aulas de física, sejam elas do Ensino Médio ou de cursos de graduação. Em nosso país, esse fato pode ser comprovado pela leitura de revisões de literatura centradas nesta temática e publicadas em periódicos especializados. Podemos citar, como exemplos, as publicações de Pantoja, Moreira e Herscovit (2011), Silva e Almeida (2011), Pereira e Ostermann (2009), Greca e Moreira (2001) e Ostermann e Moreira (2000). No entanto, nenhum destes estudos procurou conhecer, especificamente, o estado do conhecimento no que se refere ao Ensino de Física de Partículas Elementares.

Ao tecer comentário sobre as pesquisas do tipo “Revisão de Literatura”, Romanowski e Ens (2006) esclarecem que “estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (p.39)”.

As autoras esclarecem que há uma diferenciação entre “Estado da Arte” e “Estado do Conhecimento”. Para elas, em uma pesquisa do tipo “Estado da Arte” não basta apenas estudar os resumos de dissertações e teses, são necessários estudos das produções em congressos e em periódicos da área. Já o estudo que aborda apenas um setor das publicações sobre o tema estudado é denominado de “Estado do Conhecimento”.

No que diz respeito ao Ensino de Ciências, Cachapuz (2004) já argumentava a favor de estudos de revisão de literatura ao afirmar que “...há a necessidade de desenvolver estudos de sistematização da pesquisa já desenvolvida. No fundo, corresponde a melhor precisar o estado da arte. Trata-se de levar a cabo os estudos ... que permitam responder, ainda que tentativamente, questões como: Quais as perspectivas de pesquisa que são dominantes? Quais os quadros teóricos de referência? Quais as linhas de pesquisa dominantes?”

Contribuindo com a pesquisa em Educação em Ciências e, mais especificamente, como a subárea de Ensino de Física e com a sistematização do conhecimento produzido por esta subárea, nosso trabalho apresenta o estado do conhecimento das pesquisas referentes ao Ensino de Física de Partículas Elementares que foram produzidas até o presente momento.

Objetivo, problema, questões de estudo e justificativa

Nossa investigação teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica analisando aspectos quantitativos e qualitativos referentes a produção acadêmica sobre o Ensino de Física de Partículas Elementares, tomando como fonte de informações Teses e Dissertações, defendidas em programas de pós-graduação, que tratam deste tópico curricular. Buscamos sintetizar os avanços obtidos, as ideias convergentes e procuramos sinalizar perspectivas, com o intuito de contribuirmos para um avanço e defesa dos trabalhos futuros que se dedicarem ao ensino daquele tópico curricular.

Assim, procuramos responder o seguinte problema: *Qual é o panorama brasileiro da pesquisa sobre o ensino da Física de Partículas Elementares tomando por base Teses e Dissertações defendidas em programas de pós-graduação?* Várias questões que parecem relevantes permearam este estudo, são elas: Qual a frequência de produções identificadas? Quais são as abordagens teóricas e metodológicas? Quais são os focos de pesquisa dominantes e as lacunas existentes? A que resultados, em seu conjunto, as pesquisas têm

chegado? Quais são as sugestões dos autores para mudanças e inovações da prática pedagógica, no que se refere ao Ensino de Física de Partículas Elementares?

Desenvolvimento do Estudo

Este estudo é definido como de caráter bibliográfico, descritivo e analítico. Optamos por realizar a revisão em teses e dissertações defendidas em Programas de Pós-graduação da área de Educação e Educação em Ciências. As justificativas para a revisão de teses e dissertações baseiam-se nos argumentos apresentados por Teixeira e Megid Neto (2012). Para eles, em primeiro lugar é preciso considerar que a maior parte das investigações realizadas nas instituições de ensino superior está vinculada aos cursos de mestrado e doutorado. Essa produção é considerada significativo indicador daquilo que as instituições realizam enquanto pesquisa, particularmente nas áreas de Educação e Ensino de Ciências. Além disso, as dissertações e teses são documentos considerados mais apropriados para as pesquisas de “estado da arte”, por se tratarem de documentos primários e relatórios completos dos estudos realizados, os quais, via-de-regra, são apresentados posteriormente de maneira sucinta em artigos ou eventos (congressos, simpósios, etc) (TEIXEIRA e MEGID NETO, 2012).

A identificação das teses e dissertações foi realizada por meio de consulta ao Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Em nosso estudo, realizamos a busca por meio das seguintes palavras-chave: ensino de física de partículas elementares, ensino de partículas elementares, ensino do modelo padrão, Escola de Física CERN. Mapeamos os estudos desde o ano de 1995 até 2014. A consulta foi realizada em dois dias do mês de novembro de 2014.

Após o mapeamento, passamos para a etapa de localização e acesso ao texto completo das produções. Para tanto, acessamos o portal do Ministério da Educação denominado “Domínio Público”. Ele foi lançado em 2004 e é uma biblioteca digital desenvolvida em software livre que permite a coleta de obras científicas, artísticas e literárias, na forma de textos, sons, imagens e vídeos que tenham a sua divulgação autorizada. Quando não foi possível obtermos acesso ao texto por meio deste portal, acessamos os sites dos programas nos quais os estudos foram realizados. As produções identificadas foram registradas em tabelas nas quais registramos o tipo de produção (tese ou dissertação), ano da publicação, nome do autor, título e orientador e instituição na qual foi desenvolvida.

Finalizada a etapa de identificação dos estudos, realizamos a leitura cuidadosa de cada uma das produções, na íntegra. Ao final, analisamos o conteúdo das produções e tabulamos os dados com a elaboração de registros em quadros e tabelas, construídas especificamente para este estudo, nas quais sintetizamos as frequências, os objetivos, as problemáticas, abordagens, quadros teóricos, metodologias, focos dominantes, lacunas existentes, resultados e conclusões, sugestões/contribuições apresentadas para mudanças e inovações da prática pedagógica, com o objetivo de respondermos nossas questões norteadoras.

Respostas obtidas para as questões de estudo

Frequência de produções identificadas

Mapeamos 16 estudos, sendo 01 tese (PESSANHA, 2014) e 15 dissertações (CALHEIRO, 2014; SARAN, 2012; WATANABE, 2012; MAIA, 2011; PINHEIRO, 2011; MARQUES, 2011; NETO, 2011; PAIVA, 2010; VALENTE, 2009; BALTHAZAR, 2008; LOSADA,

2007; SIQUEIRA, 2006; MARTIN, 2005; SILVA, 2002; PEREIRA, 1997), os quais foram desenvolvidos praticamente nos último dez anos.

As produções foram desenvolvidas em 09 programas de pós-graduação, de 09 instituições, sendo 08 públicas (6 federais, UFRGS, UFC, UFSM, UFSCAR, UFRJ, IFECTRJ; e 02 estaduais; USP e UEL) e 01 privada, de 5 unidades federativas e concentram-se no Sul-Sudeste (15) e Nordeste (01), sendo todos em programas da subárea de Ensino, da grande área Multidisciplinar (46 da CAPES). A principal instituição de produção foi a Universidade de São Paulo (08 estudos), por meio de seu Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências. Esta distribuição esta de acordo com a observação pontuda por Megid Neto (2007), “indicando haver centros já consolidados e de ampla produção de pesquisa na área, convivendo com instituições cuja produção – pequena e ocasional – não denota a existência de grupos de pesquisa consolidados ou com interesse regular na área” (p. 346).

Verificamos a predominância de pesquisas voltadas para o Ensino Médio (12), o que pode ser justificado pelo o perfil dos pós-graduandos que se dedicam a pesquisa em ensino de física, em geral, estudantes que concluíram recentemente a graduação ou professores que já se encontram em exercício profissional naquele nível de ensino. Apenas 02 pesquisas possuem foco no Ensino Superior investigando as crenças dos futuros professores de física no que diz respeito a inserção de tópicos de FMC no Ensino Médio (MARQUES, 2011) e o Ensino de Partículas nos currículos dos cursos de Licenciatura (MARTIN, 2005). Por sua vez, encontramos uma pesquisa destinada ao ensino para o nível fundamental. Uma pesquisa aborda a possibilidade de um espaço não formal para a discussão das partículas elementares, neste sentido não é classificada como pertencente a um determinado nível de ensino. Dos 12 destinados ao Ensino Médio, 03 foram realizados em cursos de mestrado profissional, ou seja, por professores em regência de classe, e 09 em cursos de mestrado acadêmico. O conjunto mais significativo de produções é aquele referente a elaboração e/ou implementação de propostas didáticas (06). Consideramos este número pequeno se comparado com o número de propostas para o ensino de outros tópicos da física.

Abordagens teórico-metodológicas

No que se refere às abordagens teóricas, identificamos uma pluralidade de referencias utilizados, seja para o desenvolvimento da pesquisa, para a análise dos dados ou para avaliar a formação de conceitos pelos alunos, entre eles: Aprendizagem Significativa de David Ausubel (4); Mapas Conceituais de Joseph D. Novak (01); Visão interacionista social de Dixie B. Gowin (01); Aprendizagem Significativa Crítica de Marco A. Moreira (01); Transposição Didática de Ives Chevallard (05); pressupostos da Alfabetização Científica ou CTS (02); Teoria Sócio-interacionista de Lev Vygotsky (01); Construção do Objeto Científico de Gaston Bachelard (03); Trabalho Cooperativo de Celéstin Freinet (01); Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire (01); Crenças Educacionais F. Pajares (01); Teorias das Situações Didáticas de G. Brousseau (02); Educar pela pesquisa de Pedro Demo (01); Engenharia Didática de M. Artique (02).

A opção pelos referenciais adotados está fortemente ligada ao menos por três justificativas: a) posições ideológicas dos orientadores; b) referencial utilizado no grupo de pesquisa no qual o estudo foi desenvolvido; c) os estudos avaliarem a aprendizagem dos alunos, o que os obriga a usarem referenciais cognitivos, muitas vezes oriundos e próprios da Psicologia da Educação. Vale a pena destacar que, quarto (04) estudos fazem uso de dois ou mais referenciais, estando eles dentro da mesma perspectiva ou não, o que não nos cabe julgar no que diz respeito à qualidade destes estudos.

O conjunto de estudos identificados privilegia abordagens oriundas da pesquisa qualitativa de cunho descritivo. No entanto, os autores, em geral, não mencionam com nitidez o esboço metodológico de suas pesquisas. Fica evidente a fragilidade no domínio de métodos e técnicas de investigação.

Focos dominantes e lacunas existentes

Para respondermos quais são os focos dominantes, criamos categorias emergentes para classificarmos os estudos identificados, são elas: Elaboração/Aplicação de Propostas de Ensino e Recursos Didáticos, Formação de Professores (Inicial e Continuada), Concepção de Professores e/ou estudantes, Análise de Livro Didático, Formação de Conceitos/Avaliação de Aprendizagem e Divulgação Científica/Espaços não formais.

Elaboração/Aplicação de Propostas de Ensino e Recursos Didáticos: enquadram-se nesta categoria os estudos que desenvolveram e implementaram propostas para o ensino de partículas em nível médio. Nesta categoria encontram-se os estudos dirigidos por Calheiro (2014), Saran (2012), Maia (2011), Pinheiro (2011), Paiva (2010), Balthazar (2008), Losada (2007) e Siqueira (2006). Os autores fazem uso de vários recursos didáticos para ensinar partículas, entre eles: Mapas Conceituais, Questionários, Filmes, Livros, Slides, Experimentos, Vídeos, Filmagem, Maquete, Exercícios, Discussões, História fictícia, Textos, Testes, Desenhos, Documentos, Jogos, Palestras e Simulações computacionais.

Formação de Professores (Inicial e Continuada): estudos que abordam a questão da formação docente. Não encontramos nenhum estudo com foco na formação docente.

Concepção de Professores e/ou estudantes: trabalhos dedicados a explicitar e examinar múltiplos aspectos envolvendo os professores e alunos, com destaque para o estudo de suas concepções, crenças e representações. Nesta categoria encontram-se os estudos dirigidos por Watanabe (2012) e Marques Filho (2011) e Balthazar (2008).

Análise de Materiais impressos ou digitais: são estudos que se preocupam com o modo como a Física de Partículas é apresentada em matérias impressos (livros didáticos, apostilas, etc...) ou digitais, tanto destinados para o ensino médio, ensino superior ou para a divulgação científica. Nesta categoria encontramos o estudo de Valente (2009).

Divulgação Científica/Espaços não formais: estudos que propõem o ensino de partículas utilizando espaços não formais ou fazendo referência a eles. Além, disso, enquadram-se os estudos que analisam os espaço de divulgação/não formais como meio para ensinar partículas elementares, bem como as concepções de seus agentes (funcionários/monitores) e visitantes sobre estes espaços. Nesta categoria encontram-se os estudos dirigidos por Watanabe (2012) e Balthazar (2008).

Formação de Conceitos/Avaliação de Aprendizagem: são trabalhos que preocupam-se com o conteúdo das ideias e modelos explicativos dos educandos e professores sobre a Física de Partículas. A aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, as propostas de ensino foram avaliadas, na maioria dos casos (07), por meio de pré e/ou pós-testes. Esta constatação também pode ser justificada pelos referenciais teóricos adotados pelos grupos de pesquisa nos quais os estudos foram desenvolvidos. Além dos pré e pós-testes, foram utilizados como instrumentos de avaliação e/ou de coleta de dados os mapas conceituais, questionários, entrevistas, provas e demais produções textuais dos alunos. Nesta categoria encontram-se os estudos dirigidos por Maia (2011) e Pessanha (2014).

Análise curricular: estudos que dedicaram-se a analisar o currículo do Ensino Médio ou dos cursos de física, no que se refere a inserção da Física de Partículas. Nesta categoria encontram-se os estudos dirigidos por Martin (2005).

Resultados alcançados pelas pesquisas

Pontuamos um conjunto de resultados obtidos pelos autores em seus estudos. Entre os mais significativos conseguimos sintetizar os seguintes:

a) estudantes têm noções sobre a estrutura atômica básica da matéria, mas não conseguem estabelecer relações corretas entre os conceitos envolvidos; b) o ensino de partículas possibilitou a aproximação dos alunos com a pesquisa científica/interação com a “vida” no laboratório/construção da ciência; c) evidente distanciamento da ciência dos outros fazeres sociais; d) falta de conhecimento prévio sobre partículas elementares; e) diferenças pouco significativas no desempenho entre alunos de escolas de ensino público federal e privado; f) possibilidade de apresentar novo olhar sobre a física; g) livros didáticos incorporam a FMC de uma maneira que não privilegia os objetivos formativos desejados/carência de material didático com abordagem de conceitos de FMC; h) identificação de visões deformadas da Ciência e grande interesse pelos alunos por tópicos atuais de física; i) o ensino-aprendizagem do conteúdo de Física de Partículas Elementares é viável no Ensino Fundamental, desde que a sequência didática priorize tópicos introdutórios, de modo que a mesma esteja composta de atividades adequadas à faixa etária dos alunos em questão, propiciando uma aprendizagem significativa; j) mesmo nos cursos que passaram por reformulações curriculares, a incidência da FMC ainda é relativamente baixa, denotando a necessidade de se estudar sua importância nas estruturas curriculares; k) importante papel desempenhado pelos centros de pesquisas como difusoras do conhecimento científico e; l) Escola de Física do CERN se apresenta como projeto pioneiro de divulgação científica.

Sugestões apresentadas pelos autores

A partir das pesquisas realizadas é possível identificarmos um conjunto de recomendações, tanto para a prática pedagógica dos professores como para as políticas públicas, entre as quais: a) necessidade de se atualizar o currículo de Física do Ensino Médio; b) necessidade de mudanças na prática docente; c) cursos de formação de professores devem ser reformulados afim de melhor preparar professores para o futuro; d) necessidade de conhecermos as crenças de futuros professores sobre o ensino de FMC; e) educação científica deve ser objeto de debate de diversas áreas sociais; f) propostas de divulgação científica devem promover a ampliação sobre o sentido de conhecer ciência; g) visitas a centros de ciências/museus/centro de pesquisa devem ser olhadas como perspectiva de apropriação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula ou instigador de aprendizagem em outros momentos da vida; h) necessidade de um posicionamento docente que se refere a fazer escolhas, priorizar assuntos, reelaborar cronogramas, repensar enfoques e atividades; i) a importância do professor no processo da transposição didática; j) necessidade de introduzir abordagens que envolvam discussões de cunho social, político e econômico; k) necessidade de reflexões para que o professor possa repensar sua prática pedagógica e; l) levar em consideração as contribuições da pesquisa em ensino para a reflexão sobre o ensino de tópicos de FMC e sobre o uso de simulações computacionais como ferramenta pedagógica.

Considerações Finais

A partir da pesquisa bibliográfica que realizamos, pudemos mapear uma série de produções que tratam do Ensino de Física de Partículas Elementares. Analisando os trabalhos mapeados, respondemos as questões norteadoras e cumprimos com o objetivo proposto, esboçando as contribuições dos estudos para a prática docente e para os trabalhos futuros que se dedicarem ao ensino daquele tópico conceitual.

O conjunto mais significativo de produções é aquele referente a elaboração e/ou implementação de propostas didáticas. Observamos uma pluralidade de referenciais teórico-metodológicos. A Transposição Didática foi o principal referencial adotado. Parece haver certo consenso no uso de um enfoque qualitativo que leve em conta os aspectos conceituais

ou uma abordagem CTS.

A análise quantitativa dos estudos com foco na elaboração e implementação de propostas didáticas desenvolvidas para o Ensino Médio ressalta a necessidade de buscar a efetivação do EFPE e nos mostra que o percurso mais apropriado para que isso ocorra é o desenvolvimento de estudos no ambiente de sala de aula. Além disso, se faz necessário o investimento de esforços na mudança curricular, tanto do Ensino Médio como dos cursos de licenciatura em Física.

Para que o EFPE seja levado para a sala de aula e, assim haja uma melhoria do Ensino de Física no país, deve-se investir na formação dos professores, inicial ou continuada, de forma a promover a estes o conhecimento necessário sobre partículas elementares para que sintam segurança para inserir este tópico em suas aulas.

Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem os auxílios recebidos da Pró-reitoria de Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, pelo auxílio concedido por meio do Núcleo de Ensino, e da Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto

Referências

BALTHAZAR, W. F. **Partículas Elementares no Ensino Médio: uma abordagem a partir do LHC**. 2008. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis. 2008.

CACHAPUZ, A. F. (coord.) **Proceedings of the Int. Seminar on the state of the art in Science Education Research**. Aveiro, Portugal, 2004.

CALHEIRO, L. B. **Inserção de Tópicos de Física de Partículas de Forma Integrada aos Conteúdos Tradicionalmente Abordados no Ensino Médio**. 2014. 188f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2014.

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

LOSADA, C. O. **O essencial invisível aos olhos: uma viagem divertida e colorida pela estrutura da matéria através de uma sequência ensino-aprendizagem para a introdução de Física de Partículas Elementares na 8ª série do Ensino Fundamental**. 2007. 424f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo. 2007.

MAIA, M. C. **Uma Abordagem do Modelo Padrão da Física de Partículas acessível a alunos do Ensino Médio**. 2011. 70f. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2011.

MARQUES FILHO, E. C. **Crenças de Futuros Professores em Física em contexto de inovação curricular: o caso de um curso de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2011. 418f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

MARTIN, G. F. S. M. **A Física de Partículas Elementares nos cursos de Licenciatura em Física**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2005

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisas em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). R. Nardi. (Org.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil:**

alguns recortes (p. 341-355). São Paulo: Escrituras, 2007.

MOREIRA, W. **Revisão de literatura e desenvolvimento científico: conceitos e estratégias para confecção**. Janus, Lorena, v. 1, n. 1, p. 19-30, 2004.

NETO, J. L. S. **Partículas Elementares no Ensino Médio**. 2011. 95f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.

OSTERMAN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n.1, 2000, p. 23-48.

PAIVA, J. R. **Representações pictóricas no ensino de física moderna: uma construção dos alunos**. 2010. 209f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

PANTOJA, G. C. F.; MOREIRA, M. A.; HERSCOVITZ, V. E. Uma revisão da literatura sobre a pesquisa em ensino de Mecânica Quântica no período de 1999 a 2009. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. V. 4, n.3, 2011, p. 1-34.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n.3, 2009, p. 393-420.

PEREIRA, O. S. **Raios Cósmicos: introduzindo física moderna no 2º grau**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. 1997.

PESSANHA, M. R. C.. **Estrutura da Matéria na Educação Secundária: obstáculos de aprendizagem e o uso de simulações computacionais**. 2014. 231f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

PINHEIRO, L. A. **Partículas Elementares e Interações Fundamentais no Ensino Médio**. 2011. 313f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n.19, 2006, p. 37-50.

SARAN, M. C. B. **Astrofísica de Partículas na Sala de Aula - Uma Sequência de Ensino e Aprendizagem sobre Raios Cósmicos para o Ensino Médio**. 2012. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2012.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Física Quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n.3, 2011, p. 624-652.

SILVA, W. R. **Inserção de tópicos da nova física da estrutura da matéria no ensino médio: uma proposta**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. 2002.

SIQUEIRA, M. R. P. **Do Visível ao Indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio**. 2006. 257f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n.2, 2012, p. 273-297.

VALENTE, L. **A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: caminhos para a sala de aula**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

WATANABE, G. **Construindo subsídios para a promoção da educação científica em visitas a laboratórios de pesquisa**. 2012. 225f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)- Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.