

Física de Partículas Elementares e a Utilização de Jogos no Ensino Médio

Elementary Particle Physics and the Use of Educational Games in high School

Resumo

O presente trabalho trata-se de um levantamento bibliográfico de caráter descritivo realizado no Google Acadêmico, quanto a artigos publicados nos últimos dez anos, sobre a utilização de jogos didáticos na disciplina de Física no Ensino Médio, que abordam o conteúdo de Partículas Elementares. A sistematização dos estudos buscados foi feita de forma qualitativa por meio de operadores lógicos booleanos com descritores específicos, análise de dados e revisão da literatura pertinente ao tema. Os resultados evidenciam uma maior dedicação dos pesquisadores quanto à elaboração e/ou aplicação de propostas de ensino e textos em auxílio ao professor do que a utilização de jogos com esta temática.

Palavras chave: partículas elementares, jogos educativos, física

Abstract

The present work is about a descriptive bibliographic research done in Google Scholar, regarding articles published in the last ten years about the use of educational games in the discipline of Physics in High School, that deal with Elementary Particles. A qualitative research was done by the way of a Boolean search with specific keywords, data analysis and literature revision relevant to the theme. The results stress greater researchers' dedication concerning the preparing and/or applying of proposals for teaching and texts to aid teachers, with less attention to the use of games with this subject.

Key words: elementary particles, educational games, physics

Introdução

Com o advento tecnológico causando um impacto cada vez maior na vida escolar, profissional e cotidiana, o professor não pode apenas se apegar aos modelos de ensino tradicionais e ignorar as novas visões e o conhecimento de mundo trazido pelos educandos, que cada vez mais estreitam os laços com a construção da ciência.

Em se tratando de avanços científicos e tecnológicos, o ensino de Física é um dos fatores que os aproxima dessa realidade, pois a relação com aparelhos eletrônicos e outros fenômenos inerentes à disciplina, estão se fazendo mais presentes entre os jovens.

Oliveira et. Al (2007) aponta em seus estudos que um currículo de física precisa ser atualizado e contextualizado com a realidade do aluno, apresentando todo seu contexto histórico, social e cultural. Quando esta prática ocorre de maneira tradicional, com aulas baseadas somente em equações matemáticas e fórmulas, provoca uma lacuna no aprendizado destes, fazendo com que se questionem sobre a necessidade de se cursar tal disciplina.

No que se refere ao ensino de Física Moderna, Gaspar (2010) enfatiza que a problemática de sua não inserção no ensino médio não está relacionada às dificuldades de compreensão que esta área de conhecimento possa gerar, mas sim em sua aceitação como parte do currículo. O autor ainda destaca que na nova era tecnológica a introdução efetiva desse conteúdo apresenta uma maior importância neste nível de ensino.

Sendo assim, é interessante que conteúdos importantes como: a origem do universo, relatividade geral e restrita, semicondutores e supercondutores, átomo de Bohr, radioatividade, efeito fotoelétrico, raios-X, estrutura molecular, partículas elementares, entre outros, sejam estudados no ensino médio, não somente na graduação e pós-graduação.

Silva et. Al (2013), ao realizarem uma revisão bibliográfica de pesquisas que se propuseram a investigar a inserção de tópicos da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, produzidas de 2003 a 2013, concluíram que as escolas brasileiras já englobam em seus documentos a necessidade de tal inserção, de modo que as pesquisas acadêmicas mais atuais deveriam concentrar suas motivações e seus esforços de argumentação na defesa de outros “porquês” (p.12).

Dentre os tópicos de FMC potencialmente interessantes para a inserção no ensino médio, estão as Partículas Elementares, principalmente pelas ocorrentes investigações sobre a constituição da matéria e as operações de aceleradores de partículas que simulam a energia da origem do universo.

Em se tratando do ensino de FMC, o conteúdo de partículas elementares proporciona um maior conhecimento do mundo em que vivemos, a partir da compreensão de suas interações com a matéria, que nos permitem inclusive, entender as novas tecnologias.

Partículas elementares e seu ensino no nível médio

Ostermann (1998) afirma que uma grande potencialidade deste tema é a oportunidade de compreensão do processo de produção do conhecimento científico. Em seus registros, a autora procura mostrar aos professores que esses tópicos não são necessariamente complicados, demonstrando a viabilidade de algumas abordagens no ensino médio, porém salienta que, “deve ser evitado, no ensino deste conteúdo, que os alunos simplesmente memorizem nomes e classificações de partículas” (p.20).

Na literatura específica, os trabalhos de Ostermann, 1999; Ostermann e Cavalcanti, 2001; Ostermann e Moreira, 2000 e 2001; Moreira, 2004; Abdalla, 2005; Ostermann e Ferreira, 2006; Moreira, 2009, trazem em suas publicações divulgações ou materiais de consulta, relacionados à Física de Partículas, além de propostas para sala de aula.

Um dos primeiros trabalhos sobre o ensino de Física de Partículas no Ensino Médio foi apresentado por Ostermann (1999) em “Um texto para professores do Ensino Médio sobre Partículas Elementares”. A publicação traz em sua abordagem, uma tradução e adaptação de materiais do curso “*Topics in Modern Physics*” organizado no *Fermi National Accelerator Laboratory* (Fermilab), no Estados Unidos.

O documento, segundo a autora, pretende familiarizar os professores de física do Ensino Médio com os tópicos de Partículas Elementares, mostrando-lhes que “tópicos de Física Contemporânea não são necessariamente complicados” (1999, p.434).

Ostermann e Cavalcanti (2001), em “Um pôster para ensinar Física de Partículas”, publicado na Revista Física na Escola, preocuparam-se em divulgar um material didático em forma de pôster, que subsidiasse o trabalho do professor em sala de aula, a fim de “contribuir para a atualização do currículo de física em escolas brasileiras, através da inserção de um tópico

contemporâneo: partículas elementares e interações fundamentais” (2001, p.18).

Para ambos esta é uma área que ainda apresenta pouca tradição didática no ensino médio no Brasil. O recurso apresentado em português, seguiu os padrões de alguns materiais já desenvolvidos no exterior, com a ideia de que o tema possa ser gradativamente introduzido dentre os conteúdos de física.

Com um perfil mais voltado ao estudante, Robert Gilmore (2002) lançou o livro “*The Wizard of Quarks*”, traduzido no Brasil como: “O Mágico dos Quarks: física de partículas ao alcance de todos”. Na obra o autor apresenta os principais conceitos sobre o assunto de forma lúdica, utilizando-se dos personagens do clássico da literatura infantil: “O mágico de Oz”.

As histórias relatadas no livro são abordadas em forma de contos, totalizando 13 capítulos que tratam de conhecimentos científicos de maneira acessível e ilustrativa.

Já o levantamento feito por Mosinahti e Londero (2015), apresentado em “A pesquisa sobre o Ensino de Partículas Elementares: panorama e perspectivas”, traz a revisão da literatura dos últimos 10 anos sobre o conteúdo Ensino de Partículas Elementares. No total, foram encontrados 16 estudos sobre o tema, sendo 01 tese e 15 dissertações, de 09 programas de pós-graduação da subárea de Ensino, da grande área Multidisciplinar (46 da CAPES). Além disso, o trabalho incluiu pesquisas nas atas dos congressos científicos, analisando 21 edições do Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF (I até a XXI edição); 15 do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF (I até a XIV edição), ambos organizados pela Sociedade Brasileira de Física (SBF); e 9 do Encontro Nacional de Educação em Ciências - ENPEC (I até a IX edição) da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), totalizando 45 edições e 51 trabalhos.

No mapeamento dos estudos dedicados à elaboração e/ou aplicação de propostas de ensino feito pelos autores, é apontado que são necessários investimentos na efetivação do ensino deste conteúdo, uma vez que “os estudos apontam para a necessidade de mudanças curriculares tanto no âmbito escolar médio como nos cursos de licenciatura em física, tendo em vista o conhecimento deficitário sobre a Física de Partículas Elementares”, (Mosinahti e Londero, 2015, p.14).

Sendo assim, uma das soluções apresentadas é o investimento de esforços na formação inicial e continuada dos professores e em novas estratégias de ensino, que motivem os estudantes e promovam a melhoria na qualidade do mesmo.

Jogos como ferramentas didáticas para o ensino de Física

Os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam que o processo ensino-aprendizagem não seja efetuado de forma em que o aluno ocupe apenas a posição de ouvinte, sendo necessário que o docente realize um ensino baseado na construção de competências e habilidades como um estimulador do conhecimento, abrindo mão do método antigo de se ensinar (BRASIL, 2000).

Em meio às práticas e metodologias que podem ser utilizadas em contraposição à memorização comumente empregadas no ensino tradicional, os jogos educativos se lançam como ferramentas enriquecedoras para a aquisição de conhecimentos e a aprendizagem efetiva dos alunos.

Rizzo (1999) apud Pereira (2008), afirma que “os jogos desenvolvem a atenção, disciplina, autocontrole, respeito a regras e habilidades perceptivas e motoras relativas a cada tipo de jogo oferecido” (p.39), podendo ser praticados individual ou coletivamente, contando com a presença de um mediador, no caso o educador, para observar e avaliar o processo, servindo de subsídio para averiguar o nível de desenvolvimento dos alunos e diagnosticar possíveis

dificuldades individuais.

O autor ainda destaca que o jogo é uma atividade que, por meio de regras e estratégias, responde às necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas do aluno, e que isso traz importantes contribuições à aprendizagem, pois possibilita a expressão de sentimentos e emoções, a aquisição de comportamentos adequados e adaptativos, oportuniza a descoberta de soluções para os mais variados problemas, aumentando ainda as possibilidades de êxito escolar.

Vygotsky (1998) ressalta a importância da interdependência dos sujeitos durante o jogo, uma vez que jogar também é um processo social. Atividades desenvolvidas em cunho coletivo mostram-se como importantes elementos na interação professor – aluno e aluno – aluno, já que oferecem as condições necessárias para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça, de modo a utilizar os meios que possibilitem a interatividade na construção do conhecimento.

Para o Teórico, é na interação com as atividades que envolvem simbologia que o aluno aprende a agir numa esfera cognitiva, sendo assim, há uma estreita relação entre o jogo e a aprendizagem, atribuindo-lhe uma grande importância em seu papel interacionista.

A utilização de jogos elaborados para o trabalho de assuntos específicos, além de favorecer a aprendizagem de conceitos e habilidades, diverte e proporciona oportunidades de desenvolvimento por meio da interação. Pereira (2007) ressalta que, em relação à Física, esses dispositivos possuem grande potencial para “despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos, principalmente porque os jogos os abordam dentro de um ambiente lúdico, propício a uma melhor aprendizagem, muito diferente das salas de aula nas escolas, que geralmente são expositivas” (p.176).

Para o autor, uma das maiores dificuldades na utilização de jogos no Ensino de Física está no pouco material encontrado sobre jogos educativos voltados para esse nicho, no Ensino Médio.

E é sobre o prisma dessas orientações que este artigo buscou levantar: Quais as sugestões metodológicas que a literatura específica oferece aos professores de Física em termos do uso de jogos para o ensino de partículas elementares no ensino médio?

Metodologia

Esta revisão de literatura contou com uma busca preliminar realizada na plataforma SciELO - Scientific Electronic Library Online de forma refinada, para a sistematização de estudos que apresentassem propostas didáticas para o ensino de partículas elementares mediante uso de jogos. Como não foram encontrados resultados específicos, o levantamento passou a ser feito no banco de dados do Google Acadêmico, por ser uma ferramenta que redireciona prioritariamente a outras fontes de pesquisa, incluindo periódicos e servidores de bibliotecas digitais.

Embora a ferramenta do Google possibilite o acesso à várias plataformas distintas de produção acadêmica, vale ressaltar que este tipo de levantamento pode apresentar algumas limitações, como por exemplo a debilidade em encontrar determinadas áreas de conhecimento, a forma como os resultados são hierarquizados, resultados imprecisos ou desatualizados, além do fato de não garantir a consulta à materiais que exigem taxa de acesso. Ainda assim, suas funcionalidades e facilidades podem ser muito úteis devido aos redirecionamentos que proporciona.

Para o refinamento desta busca foi utilizado o operador lógico de pesquisa ou operador booleano “AND”, aspas (“”) e o sinal de menos (-) para ordenar os termos seguintes: “partículas elementares” AND “jogos educativos” AND “física” –esporte, em português e

"elementary particles" AND "educational games" AND physics –sports, em inglês. O período de busca estendeu-se de 2006 a 2016. A escolha das palavras-chave foi feita buscando a condensação de ideias relevantes para a identificação de produções sobre jogos para o ensino de partículas elementares no ensino médio.

Nas buscas foram encontradas 15 produções em português, a saber: dez (10) dissertações, três (03) artigos e dois (02) resumos em anais de eventos. Também foram encontrados 10 registros em inglês, sendo sete (07) artigos e três (03) e-books.

Após a leitura do material, os artigos foram agrupados para análise e descrição, nas seguintes categorias: software para ensino de física; jogos de mesa sobre física; jogos ou softwares associados à química; outros.

Resultados

Dos resultados encontrados em português, dois (02) abordam assuntos sobre Software para ensino de Física (REIS, 2002) e (ALVES, 2013); um (01) jogo de mesa sobre física (ALVES & COSTA, 2010); quatro (04) jogos ou softwares associados à química (MACEDO, 2007); (IGNÁCIO, 2013); (FERNANDES, 2015); (JÚNIOR, 2016) e oito (08) na categoria “outros”, que compreendiam dentre os principais assuntos: o ensino de matemática; eletrotécnica; cadernos de resumos; alfabetização científica e afins (NUNES, 2006); (QUINTAS, 2009); (Cadernos de resumos-PIBIB/UFMS, 2010); (SILVA, 2011); (VIDAL et Al, 2012); (ANTUNES, 2014); (COSTA, 2014) e (SOUZA, 2015).

Em inglês, das 10 publicações encontradas, uma (01) é apresentada em português e foi localizada por conter os termos no abstract (ALVES & COSTA, 2010). Apenas dois (02) trabalhos se referem ao ensino de Física, sendo um jogo da memória (CSÖRGÓ et Al, 2013) e um software educacional (STOICA et Al, 2011). Os demais registros não estão diretamente relacionados a este trabalho. Foram portanto classificados na categoria “outros”, a saber: Big Data (megadados) para a educação (COPE e KALANTZIS, 2014); pontos fortes e fracos da University of Warsaw (KISIŁOWSKA, 2016); busca por definição clara de objeto de aprendizagem (CHURCHILL, 2007); realidade aumentada para o ensino de matemática (KOSKIMAA, 2016); Ebook sobre Teoria do Big Bang (PERRICONE, 2009); nanociência na educação (FEATHER e AZNAR, 2010) e teoria da aprendizagem aplicada e o design na educação moderna (SHAFRIR e KENETT, 2015).

Na categoria software para ensino de Física, nos artigos encontrados na busca em português, (REIS, 2002) na dissertação intitulada “O uso de recursos computacionais hiperfísica na compreensão de conceitos da física moderna no ensino médio”, aponta algumas possibilidades na utilização de sistemas informatizados para o ensino da física contemporânea, indicando ferramentas hiperfísica adaptadas ao ensino, propondo um tutorial composto de textos, vídeos, animações, sons e demais recursos, objetivando a criação de ambientes de “zonas próximas do conhecimento” para a construção de modelos mentais da ciência contemporânea, pelos alunos. Segundo o autor, o desenvolvimento deste protótipo apresentou resultados positivos, porém com a “necessidade de técnicas mais sofisticadas para o desenvolvimento de tutores hiperfísica e de uma nova postura do professor diante das novas tecnologias da educação” (p.59).

Já em “O uso da realidade virtual para o ensino de física quântica”, (SILVA e SOUZA, 2013) desenvolveram um game para o ensino de tópicos sobre partículas elementares. No jogo de computador, os alunos utilizam uma nave espacial microscópica, para executar uma missão relacionada ao conteúdo, identificando por exemplo: múons, quarks e léptons. Após a aplicação com alunos do terceiro ano do ensino médio, os autores concluíram que o uso da

realidade virtual por meio de jogos na educação “pode auxiliar satisfatoriamente o processo de ensino-aprendizagem, pois a atual geração está amplamente envolvida no mundo virtual” (p.522).

Como jogo de mesa para ensino de física de partículas está um baralho baseado nas regras do jogo “PIF”, constituído por 51 cartas, sendo: 36 de quarks e léptons, 6 cartas “coringas” e 9 cartas informativas, além de um dado (ALVES e COSTA, 2010, p.09).

Ao se depararem com dificuldades em encontrar propostas de aplicação de temas contemporâneos da Física em sala de aula ou atividades lúdicas para tal, Alves e Costa (2010) elaboraram o referido jogo como sendo um material complementar às aulas sobre o tema. O baralho foi testado com jogadores em vários níveis de aprendizagem para verificar o grau de atratividade, criatividade e interesse por parte dos estudantes. Apesar de ainda não ter sido aplicado em sala de aula, os autores não descartam o potencial de utilização das cartas e regras, dado os resultados satisfatórios do referido teste.

Assim, Alves e Costa (2010) em suas considerações esperam que, baseados no aspecto atual do tema, o baralho “torne-se uma ferramenta de apoio às práticas docentes e possa ainda, despertar nos alunos o interesse pelo desenvolvimento da ciência e do pensamento humano e, conseqüentemente, um maior interesse pela aprendizagem” (p. 11-12).

Nos resultados encontrados em inglês, o artigo intitulado “*Memory of Quark Matter Card Game*” (CSÖRGŐ et Al, 2013) faz uma contextualização do conteúdo de física de partículas ao apresentar um “jogo da memória” que transpõe didaticamente a descoberta de um fluido de quarks, que os autores chamam de “quase perfeito”. Segundo o texto, o jogo desenvolvido por alunos de ensino médio de um clube de ciências na Hungria foi inicialmente criado para entretenimento. Os pesquisadores ao perceberem a sua possibilidade de utilização o classificaram como sendo uma ferramenta de “ensino de física de partículas de altas energias e física nuclear para leigos” (CSÖRGŐ et Al, 2013, v1. p.01, tradução nossa).

Como objetivo o jogador deve coletar o maior número de cartas possíveis detectando e nomeando as partículas do fluido de quarks seguindo a sua evolução temporal. Vence segundo as regras, quem formar o maior número de pares de léptons e hádrons. Apesar de o documento observar a possibilidade de incorporação do jogo no ensino, não há descrições sobre sua aplicação e resultados.

Stoica et Al, 2011, no documento “*Making Use of Educational Computer Games in Modern Teaching and Assessment Models, Methods, and Practices*” desenvolveram um software denominado “*You too can search for the Higgs Boson*”, projetado para avaliação individual de alunos do ensino médio, na disciplina de Física. O jogo virtual ocorre em três níveis: no primeiro é realizada a introdução dos conceitos básicos de partículas elementares. Já o segundo aborda o que são os detectores, os aceleradores e como realizar sua montagem por meio de simulações, envolvendo ainda o movimento de partículas carregadas na presença de campos elétricos e magnéticos, além da construção de aceleradores de partículas. No terceiro nível, a plataforma faz um tour virtual pelo CERN (antigo acrônimo para *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), ou em português: Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, hoje chamado de *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*, no qual o aluno deve descobrir qual a energia do Bóson de Higgs e, caso não a encontre, recebe uma mensagem para continuar tentando.

No estudo, os autores afirmam que jogos computacionais são processos modernos de aprendizagem, pois os métodos tradicionais não conseguem lidar com a “avalanche” desses novos conhecimentos. Ao finalizar concluem que os alunos são avaliados sem perceber em diversas atividades cognitivas, tanto na área de linguagem como em raciocínio lógico-

matemático.

Vale destacar que os trabalhos acima descritos são os que de alguma forma têm relação com este levantamento, pois trazem sugestões metodológicas específicas para o uso do jogo no ensino de Física de Partículas. Os demais estudos apontados, apesar de conterem as palavras-chaves buscadas em seus textos, estão associados apenas a assuntos afins sem qualquer relação direta com os objetivos deste.

Quanto aos resultados encontrados no levantamento bibliográfico, apenas cinco correspondem a sugestões metodológicas que contemplam especificamente jogos para o ensino de Partículas Elementares. Apesar de diversos materiais e textos sugerirem a utilização destas ferramentas em sala de aula, são poucos os autores que se propuseram realmente a desenvolvê-los, sejam de forma virtual ou fisicamente. Entre softwares, baralho e jogo da memória, pode-se dizer que ainda há muito a ser explorado, como ocorre em áreas de menor complexidade na Física.

Considerações em processo

Este trabalho permitiu efetuar um mapeamento dos estudos que abordam a utilização de jogos para o ensino de Partículas Elementares, na disciplina de Física e, após análises e reflexões, apontar a carência de publicações acadêmicas, mesmo com as necessidades de investimentos em recursos e capacitações apresentadas no ensino da FMC.

Dentre os estudos identificados foi possível notar uma maior dedicação à elaboração e/ou aplicação de propostas de ensino, textos em auxílio ao professor, divulgações científicas e atividades diversificadas como: softwares de simulações e até mágica.

A necessidade de adaptação dos currículos escolares a atual realidade dos educandos, ainda se mostra como um desafio a ser superado. Essas transformações também devem ocorrer nos cursos de formação inicial e continuada de professores de física, haja visto as dificuldades apontadas em se trabalhar o conteúdo de Física de Partículas Elementares.

Sendo assim, é de se considerar os jogos como ferramentas didáticas facilitadoras para o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Partículas Elementares, salientando os seus aspectos lúdicos, pedagógicos e processos avaliativos, para que não sejam apenas passatempos ou objetos de diversão.

Como estratégia para se romper com as barreiras do ensino tradicional, a contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos alunos, a mediação durante o processo de jogar, a interação, troca entre pares e demais habilidades que podem ser desenvolvidas nesse tipo de atividade, destaca-se que são necessários investimentos em pesquisas, formações e produções de materiais na área. Outro fator a ser destacado é a importância da parceria entre escola e Universidade, para que promovam discussões acerca do currículo e atividades que contribuam com a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea e consequentemente com a efetivação de sua implementação nos currículos.

Ao refletir sobre os levantamentos teóricos e a prospecção apresentada referente aos últimos 10 anos, pode-se considerar que a produção acadêmica nessa temática ainda é incipiente.

Vale ressaltar que as considerações aqui expostas estão em processo, pois o tema não se esgota com tais levantamentos. Este trabalho prossegue visando o aprofundamento em outros aspectos e na criação de um jogo como proposta didática para o ensino do referido conteúdo em Física Moderna e Contemporânea

Agradecimentos e apoios

Governo do Estado de Mato Grosso do Sul por meio da FUNDECT; CNPq; Universidade Anhanguera – UNIDERP; Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Referências

- ABDALLA, M. C. B. Sobre o discreto charme das partículas elementares. **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 38-44, maio 2005.
- ALVES, M. F. S; COSTA, L. G. **Proposta de aplicação de Física de partículas elementares para o Ensino Médio**: um jogo sobre o modelo padrão. In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2000.
- CARVALHO, J. M. et Al. Toque da Ciência: uma experiência de divulgação científica no rádio e na internet. In: **1º Simpósio Internacional de Televisão Digital (SIMTVD)**, 2009.
- COSTA, J. F. F. **O jogo didático e a formação de professores de eletrotécnica/eletrônica**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação). Escola Superior de Educação Almeida Garrett. Lisboa, Portugal.
- CSÖRGŐ, J.; TÖRÖK, C; CSÖRGŐ, T. **Memory of Quark Matter Card Game**. Cornell University Library. 2013. Disponível em: < <https://arxiv.org/abs/1303.2798> >. Acessado em: 12/12/2016.
- CUNHA, A; GOMES, G. Física Moderna no Ensino Médio e sua necessidade de sincronização conceitual. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, p. 8-9, 2012.
- FERNANDES, M. **Aplicação do jogo ludo atomística no ensino de química**. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR São Paulo.
- GASPAR, A. In: **Compreendendo a física**. Livro do Professor. São Paulo: Ática, 2010.
- GILMORE, Robert. **O mágico dos Quarks**. Zahar, 2002.
- IGNÁCIO, A. C. **O RPG eletrônico no ensino de química**: uma atividade lúdica aplicada ao conhecimento de tabela periódica. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba/PR.
- JÚNIOR, C. A. B. S. **O lúdico na química**: influência da aplicação de jogos químicos no aprendizado dos alunos dos cursos técnicos de nível médio do IFRN campus Ipanguaçu. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN. Rio Grande do Norte.
- KISILOWSKA, M. D. The University of Warsaw as a LLL/LWL Integrator: The SWOT Analysis. **International Journal of Social Science and Humanity**, v. 6, n. 2, p. 123, 2016.
- MACEDO, L. N. **Recursos experimentais e materiais auxiliares digitais para o ensino da Química Nuclear**: desenvolvimento, organização e avaliação. 2007. 184 f. Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino). Universidade do Porto. Portugal.
- MOREIRA, M. A. O modelo padrão da física de partículas. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 31, n. 1, p. 1306, 2009.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. Porto Alegre. **Textos de apoio ao professor de física**. v. 26 , n.6. 2015. 42 p.

MOSINAHTI, Giovana; LONDERO, Leandro. A pesquisa sobre o Ensino de Partículas Elementares: panorama e perspectivas. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 27, n. 2, p. 7-16, 2015.

NUNES, P. D. S. **Alfabetização científica-tecnológica-digital e plataforma lattes: quais possibilidades?**. 2006. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

OSTERMANN, F. Um texto para professores do ensino médio sobre partículas elementares. São Paulo. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 21, n. 3 (set. 1999), p. 415-436, 1999.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. São Paulo. **Física na escola**, v. 2, n. 1 (maio 2001), p. 13-18, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". Porto Alegre. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1 (jan./abr. 2000), p. 23-48, 2000.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Uma análise da produção acadêmica recente sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Brasil. In: **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis/SC, 2007.

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

PEREIRA, R. F. **Desenvolvendo jogos educativos para o ensino de Física: um material didático alternativo de apoio ao binômio ensino-aprendizagem**. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática), Universidade Estadual de Maringá. Paraná.

SHAFRIR, U; KE, R. S. **Concept Science Evidence-Based MERLO Learning Analytics**. Handbook of Research on Applied Learning Theory and Design in Modern Education, p. 334, 2015.

SILVA, G. C; SOUSA, P. M. O uso da realidade virtual para o ensino de física quântica. Use of virtual reality in learning of quantum physics. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, 2013.

SILVA, J. R. N. et. Al. Porque inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2013.

SOUZA, A. S. B. **A mágica como ferramenta de estimulação da aprendizagem no ensino de física**. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente). Fundação Oswaldo Aranha. Centro universitário de Volta Redonda, Rio de Janeiro.

SOUZA, F. G. F. **Física de partículas no ensino médio: uma análise de materiais para apoio didático**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Guaratinguetá, SP. 2011.

STOICA, I; PERJOIU, R; MIRON, C. **Making Use of Educational Computer Games in Modern Teaching and Assessment Models, Methods, and Practices**, 2011. Disponível em:

<http://www.icvl.eu/2011/disc/structura/icvl/documente/pdf/met/ICVL_ModelsAndMethodologies_paper37.pdf>. Acessado em: 12/12/2016.

VYGOTSKI, L. S. A formação social da mente. **Psicologia**, v. 153, p. V631, 1989.