

Proposta de modelos para o ensino de física de partículas elementares na educação básica**Proposal of models for the teaching of elementary particle physics in basic education**

DOI:10.34117/bjdv6n7-078

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 03/07/2020

João Augusto Soares Neto

Licenciado em Física - Instituto Federal de Rondônia

Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná

Endereço: Rua Amazonas, 151 – Jardim dos Migrantes, Ji-Paraná - RO, Brasil

E-mail: jsoarespvh@gmail.com

Paulo Renda Anderson

Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Rondônia

Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama

Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil

E-mail: paulo.anderson@ifro.edu.br

Moacy José Stoffes Junior

Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Rondônia

Instituição: Instituto Federal do Paraná, Campus Telêmaco Borba

Endereço: Rodovia PR 160, km 19,5 – Jardim Bandeirantes, Telêmaco Borba – PR, Brasil

E-mail: moacy.stoffes@ifpr.edu.br

Cléver Reis Stein

Doutor em Física pela Universidade de Brasília – UnB

Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama

Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil

E-mail: clever.stein@ifro.edu.br

Adel Rayol de Oliveira Silva

Especialista em Educação Profissional pelo Instituto Federal de Rondônia

Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama

Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil

E-mail: adel.silva@ifro.edu.br

RESUMO

É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea. Entretanto, a falta de infraestrutura das escolas para oferecer um ambiente adequado às aulas práticas de ciências; a carência de oportunidades para treinamento de professores; a dificuldade ao acesso a novas tecnologias para a educação, entre outros fatores são desafios a serem superados. Por outro lado, o uso de jogos, jogos eletrônicos, simulações computacionais, adequadamente inseridos em uma sequência didática, têm se mostrado efetivos para o desenvolvimento de habilidades e competências necessários a formação sólida dos estudantes. A interatividade destas novas ferramentas traz um novo

significado para a aprendizagem, no qual o aluno é o agente de construção de seu próprio conhecimento. Nesta perspectiva, este trabalho apresenta uma pesquisa sobre novas ferramentas para o ensino de física de partículas elementares, as organizando e propondo uma sequência didática apropriada.

Palavras-chave: Física de partículas, métodos de ensino lúdicos, Ensino Médio.

ABSTRACT

It is necessary to transform the teaching of Physics traditionally offered by our schools into a teaching that contemplates the development of Modern and Contemporary Physics. However, the lack of infrastructure of schools to provide an appropriate environment for practical science classes; the lack of opportunities for teacher training; the difficulty of access to new technologies for education, among other factors are challenges to be overcome. On the other hand, the use of games, electronic games, computer simulations, properly inserted in a didactic sequence, have been shown to be effective for the development of skills and competencies necessary for the solid training of students. The interactivity of these new tools brings a new meaning to learning, in which the student is the agent of building his own knowledge. In this perspective, this paper presents a research on new tools for teaching elementary particle physics, organizing them and proposing an appropriate didactic sequence.

Keywords: Particle physics, playful teaching methods, high school.

1 INTRODUÇÃO

A Física de Partículas é uma área de estudo capaz de fornecer uma noção do universo microscópico. Essa ciência contemporânea pode contribuir para a visão mais ampla da ciência como um todo, contribuindo para uma reinterpretação da Física Clássica e mostrando aos estudantes, como a ciência é dinâmica, pois está em constante desenvolvimento. A contribuição de diferentes cientistas converge para a soma de conteúdo dessa área, e a experimentação se torna crucial nesse sentido. Sendo, inclusive, difícil de ser realizada sem uma fonte de recursos. Por isso é necessário o investimento financeiro e cooperativo de diversos países e pesquisadores. Dessa forma, a Física de Partículas torna-se um conteúdo adequado para explicar o processo científico de validação de teorias, bem como o funcionamento da ciência atual na busca pela compreensão da natureza (SIQUEIRA, 2006).

Nesse contexto, vale ressaltar que ainda existem outros desafios, como: a falta de infraestrutura em muitas escolas para oferecer ambiente adequado às aulas práticas de ciências; a carência de oportunidades para treinamento de professores; a dificuldade ao acesso a novas tecnologias para a educação, que é um reflexo das desigualdades sociais brasileiras; entre outros. Apesar dos desafios, há tentativas de enfatizar a experimentação e de inserir noções, conceitos, modelos e aplicações da física moderna e contemporânea nos cursos introdutórios de física em todos os níveis de escolaridade, ainda, conforme metodologias estabelecidas no final do século XIX (PEREIRA e AGUIAR, 2006).

Em sala de aula, a Física de Partículas Elementares é um conteúdo que é visto somente se houver tempo disponível depois do conteúdo mais tradicional, sendo trabalhado ao fim do terceiro ano, assim como a Mecânica Quântica e a Relatividade, e os poucos trabalhos realizados no Ensino Médio não são elaborados de forma satisfatória para a conceituação dos alunos. A necessidade de atualização curricular também é apontada por diversos autores, dentre eles, Moreira (2009) a firma que a discussão sobre essa necessidade, com base nas pesquisas analisadas, parece constituir um assunto esgotado.

Apesar dos poucos trabalhos visando a inserção do conteúdo física de partículas no Ensino Médio, Ostermann e Moreira (2001) afirma que tópicos apresentados de física de partículas despertam a curiosidades nos alunos e um nível de aprendizagem satisfatório. Considerou assim, tendo em vista que as dificuldades apresentadas pelos alunos foram as mesmas na aprendizagem do conteúdo de física clássica e não tiveram problemas na parte cognitiva de aprendizagem. No que diz respeito à execução da metodologia do projeto, o nível de compreensão partindo de conteúdos já apresentados aos alunos foi satisfatório, sendo assim de suma importância está analogia entre a Física Clássica e Física Moderna para assimilação.

Os recentes trabalhos usando simulação computacional para facilitar o ensino de temas complexos como radioatividade (FERREIRA *et al.*, 2019) mostra a eficiência das mídias educacionais. Sabendo desta eficiência, devemos buscar nos cercar destes materiais para que seja possível obtermos o melhor rendimento por parte dos alunos. O ambiente virtual está à disposição do professor para novas metodologias e ajuda na obtenção de resultados XIX (PEREIRA e AGUIAR, 2006).

Esse trabalho se propõe a investigar o que pode ser utilizado pelo professor da educação básica para ensinar conceitos de física de partículas elementares, através de materiais desenvolvidos dentro das mídias educacionais e conteúdos lúdicos de ensino. Desta forma, serão apresentados meios didáticos com base na literatura especializada para o ensino de física de partículas no Ensino Médio.

2 METODOLOGIA

O trabalho aqui proposto é baseado no modelo de revisão integrativa apresentada por Souza *et al.* (2010), sendo que este tipo de revisão é um método que possibilita a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática.

Esse modelo de revisão é uma forma mais ampla de abordagem metodológica referente aos outros tipos de revisões, e permite incluir estudos experimentais e não experimentais para um completo entendimento do fenômeno estudado. Incorporam variados propósitos, como a definição de

conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de um tópico particular. A ampla amostra, em conjunto com a multiplicidade de propostas, deve gerar um panorama consistente e compreensível de conceitos complexos, teorias ou problemas de educação relevantes para o ensino de física (WHITTEMORE e KNAFL, 2005).

Dessa forma, o estudo aqui desenvolvido é a partir de fontes de dados secundários, identificado nos levantamentos bibliográficos. Essa pesquisa bibliográfica é uma das melhores formas de iniciar um estudo, buscando-se semelhanças e diferenças entre os artigos levantados nos documentos de referência. O propósito geral de uma revisão de literatura de pesquisa é reunir conhecimentos sobre um tópico, ajudando nas fundações de um estudo significativo para física (SOUZA *et al.*, 2010).

3 FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES: A TEORIA DO MODELO PADRÃO

O Modelo Padrão das Partículas é, historicamente, a mais sofisticada teoria matemática sobre a natureza. O Modelo Padrão é uma teoria compreensiva que identifica as partículas básicas e específica como interagem. Dessa forma, ele não é propriamente um modelo, é uma teoria. E, na opinião de muitos físicos, é a melhor de todas sobre a natureza da matéria. Tudo o que acontece em nosso mundo, com exceção da gravidade, resulta das partículas do Modelo Padrão interagindo de acordo com suas regras e equações (MOREIRA, 2009). A física moderna precisou de um século para descobrir e classificar todas essas pequeninas partículas fundamentais.

As partículas elementares, também chamadas de fundamentais, são partículas que não possuem subestruturas. O critério teórico que define uma partícula elementar é puramente matemático: equações chamadas funções de ondas (funções de estado) das quais são extraídas informações sobre a dinâmica de tais partículas. A função de onda que descreve uma partícula elementar não pode ser redutível à função de onda de outras partículas (ABDALLA, 2005).

Com base no quadro cronológico de Young e Freedman (2009), foi possível construir uma imagem para demonstrar com as respectivas imagens dos pesquisadores, com suas respectivas datas e contribuição.

Figura 1: Imagem criada a partir do quadro em Young e Freedman (2009).



Vale ressaltar, no entanto, que o físico brasileiro César Lattes foi um dos principais envolvidos na detecção dessa partícula *méson pi* (VIEIRA, 2005). Tal fato foi um dos propulsores da física no cenário da ciência no Brasil. Dentre as pesquisas realizadas, é possível destacar duas principais, pela relevância ao estudo da Física de Partículas na época e devido a sua repercussão positiva. Conforme Instituto de Física da USP (2015), primeiro foi a participação na descoberta do *píons* utilizando-se dos raios cósmicos, em colaboração com Occhialini e Powell em 1948, na Inglaterra. Depois, na detecção do méson pi, quando utilizou um acelerador de partículas nos Estados Unidos.

Já do ponto de vista do ensino, o trabalho de Abdala (2005) explora o conteúdo do Modelo Padrão de forma simples e de fácil entendimento. Para a autora, é possível abordar essa temática de forma que os alunos possam realmente aprender. O seu artigo publicado pela revista Física na Escola é um marco na abordagem desse conteúdo de forma lúdica, principalmente pela linguagem utilizada e pelas ilustrações. Esse artigo resume de forma coerente as partículas do Modelo Padrão, O quadro 1 contém esse resumo.

Quadro 1: Resumo do número total de partículas elementares do Modelo Padrão (ABDALLA, 2005).

	PARTÍCULAS	ANTIPARTÍCULAS	TOTAL
Léptons	$e^-, \nu_e, \mu, \nu_\mu, \tau, \nu_\tau$	$e^+, \bar{\nu}_e, \bar{\mu}, \bar{\nu}_\mu, \bar{\tau}, \bar{\nu}_\tau$	12
Quarcks	u, d, s, c, b, t	$\bar{u}, \bar{d}, \bar{s}, \bar{c}, \bar{b}, \bar{t}$	36
Mediadoras	$\mu, W^+, W^-, Z^0, g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8$ Antipartículas são as mesmas que as partículas		12

4 A FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO

Existe um consenso entre pesquisadores e educadores sobre a necessidade da inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Porém a falta de capacitação ou criatividade dos professores para lidar com essa disciplina é uma realidade na formação do licenciando (PINHEIRO, 2011).

Ostermann e Moreira (2000) apresentam três vertentes da física moderna e suas dificuldades que um aluno tem ao aprender. Tanto pela complexidade do assunto, como também na importância das escolhas dos tópicos essenciais para a aplicação da física moderna neste contexto. Sua terceira vertente, eles apresentam uma contribuição da universidade de Washington, em que é colocada em primeiro plano a finalidade do curso introdutório, e defende-se a busca de sustentação na física clássica, para abordagens destes tópicos, ressaltando que se deve usar apenas o essencial da física newtoniana.

O ensino de Física Moderna no Ensino Médio tem um facilitador, o fato de poder mostrar outra face da natureza, que é desconhecida pelo aluno, tornando-a assim, mais atrativa por não ter sido ainda apresentada. Além disso, contribui para uma visão menos linear e acabada da Física, que normalmente é passada aos alunos. Entretanto, em nem um momento é dito que devemos abandonar a Física Clássica, podemos oferecer ao aluno uma forma de ensino vinculada, ao apresentar assuntos de eletricidades é possível fazer um gancho ou usar como argumento a explicação dos conteúdos que englobam a física do século XXI (SIQUEIRA, 2006).

As estruturas físicas das atuais escolas públicas não são voltadas para didática, não favorece com o ensino da física, desde os livros com déficit quando a qualidade de conteúdos como laboratórios que apresentam pouca estrutura. Além disso, o ideal a ser ensinado na escola são os conceitos básicos da física, e não simplesmente cálculos matemáticos. De fato, a física quântica possui inúmeros cálculos que podem ser ensinados, contudo o essencial a ser transmitido no processo ensino-aprendizagem é a real essência do conteúdo da física, e não meramente as fórmulas matemáticas e seus respectivos desenvolvimentos. Nesse sentido, assim como colocado por Vigostsky, o educador deve exercer o papel de "modelar, cortar, dividir e entalhar os elementos do meio para que estes realizem o objetivo buscado", ou seja, a essência do conteúdo deve ser transmitida, o estudante deve se sentir atraído pelo conhecimento, a curiosidade deve despertar (TUNES et al. , 2005; CHAIKLIN, 2011).

Para Siqueira (2006), a falta de material para professores é um aspecto que começa a ser enfrentado; através de iniciativas de pesquisadores, que tentam divulgar a física moderna em uma linguagem mais adequada. Contudo, esse material não se encontra adequado para sala de aula, ou

seja, ainda não há material que possa ser diretamente aplicado pelo professor, como, por exemplo, um livro didático satisfatório.

Nesta perspectiva, Cavalcante e Tavolaro (2001) mostra que é possível sim ensinar física moderna, uma das formas que é apresenta resultados de uma oficina de baixo custo. Os autores ainda ressaltam a grande dificuldade da inserção tanto quanto a aplicação, se deva a má formação de professores, não apontando a formação acadêmica em seu contexto, e sim na continuação da formação. No mesmo sentido, Nunes e Macedo (2019) apresentaram uma exitosa adaptação de aulas de temas de Mecânica Quântica para turmas do terceiro ano do Ensino Médio.

Portanto o professor deve reaprender sempre, estar em uma constante formação e para que isto aconteça, precisa estudar buscar novos aperfeiçoamentos para sua prática pedagógica. O uso da informática está fazendo os professores mudarem as suas práticas educacionais, fazendo com que estejam sempre em busca de novas alternativas para cada estratégia em sala de aula. Nosso papel está se alterando rapidamente e isso torna prioritária uma reflexão mais séria sobre as escolhas que devemos fazer hoje e as consequências que estas escolhas irão trazer para nós em um futuro muito próximo, a julgar pela velocidade crescente das mudanças (OLIVEIRA, 2009).

Com essa visão o professor deve sim repensar sempre a sua prática, principalmente porque repercutirá no presente e no futuro dos alunos. Essas mudanças tanto para professor como para os alunos vêm mudando de uma forma crescente e ampla, criando várias expectativas no setor educacional.

Para que os educadores consigam acompanhar essas mudanças, precisa-se que a escola disponibilize capacitações na área tecnológica é na Hora da Atividade Pedagógica Coletiva (HTPC) que pode ser mensalmente direcionada para o uso das novas tecnologias dentro da unidade educacional, dessa forma promovendo um estudo coletivo o qual os educadores poderão trocar alternativas e duvidas sobre como utilizar a melhor forma o laboratório de informática, trocar atividade que deram certo e arrumar juntas estratégias para que consigam desenvolver as competências necessárias para o processo de ensino aprendizagem.

É importante que essa meta da educação não seja aplicada apenas para os alunos e sim para todos os envolvidos no processo educacional. Os professores, coordenadores também estejam se descobrindo, inventando e se renovando na sua área de atuação, por que só dessa forma teremos um ensino com qualidade e não apenas quantitativo.

Realizar este empreendimento pedagógico, ou seja, vivenciar novas formas de ensinar e aprender incorporando as tecnologias, requer a importância com a formação inicial e continuada do professor. Esta formação, no entanto, não tem se constituído em preocupação primordial daqueles que se têm ocupado em discutir a importância de uma alfabetização audiovisual ou para mídia, a ser

feita pela escola, embora seja mencionada em quase todos os trabalhos pertinentes (SAMPAIO, 2002).

Neste ponto, a realidade dentro das escolas e trazer um HTPC que corrobore com as necessidades dos professores, onde a questão das novas tecnologias possa ser discutida, argumentada e planejada em conjunto com o coordenador pedagógico e dessa maneira possam montar materiais lúdicos e contextualizados, para que consigam viabilizar aulas audiovisuais com qualidade.

O HTPC pode ser direcionado uma vez por mês apenas ao uso do computador, onde os professores possam estudar novas ferramentas, criarem novas atividades para o processo de alfabetização, o coordenador também deve contribuir proporcionando oficinas dentro do âmbito escolar para que os educadores possam ter momentos de formação com especialistas da área tecnológica educacional.

No artigo VI da LDB que trata dos profissionais da educação o § 2º diz que: “a formação continuada e a capacitação dos profissionais de magistério poderão utilizar recursos e tecnologias de educação à distância”.

Assim a formação do professor pode ser feita continuamente de duas formas, ou na escola no HTPC ou através de parceria utilizando o estudo a distância. O importante é que essa formação possa ser realizada de alguma forma, seja ela presencial ou à distância. Além dessas formações na área tecnológica educacional, outro ponto importante é o planejamento das atividades que serão realizadas com o uso do computador, dessa forma veremos a seguir como o planejamento pode contribuir e ser eficaz no processo educativo.

Além disso, o ensino de física como um todo, pode ser explorado de melhor forma na presença de experimentos em sala de aula e atividades lúdicas. Para Alves e Bertolini (2003), os estudantes procuram um professor, que utilize estratégias de ensino e dinâmicas inovadoras, em que o aluno possa participar de forma efetiva. Nesse sentido, experimentos são extremamente importantes no aprendizado de física. Em um material elaborado pela Universidade do Estado do Ceará (UECE), é possível perceber que os experimentos existentes são simples e fáceis de montar, levando a física a um entendimento completo. Um exemplo que pode ser citado é o experimento do eletroímã, em que são necessários apenas: um fio condutor; duas pilhas de 1,5 volts; pedacinhos de lata de refrigerante e um prego grande. O intuito é mostrar que é possível criar um ímã muito parecido a um ímã natural com o uso da eletricidade. Outros exemplos são encontrados nesse e em outros materiais didáticos disponíveis na internet, o professor precisa apenas se organizar para oferecer esse tipo de aula, saindo do modelo tradicional de ensino e adentrando em uma nova forma de ensino, com a participação dos alunos na construção de experimentos e no desenvolvimento do conteúdo, possibilitando uma aprendizagem ativa. A física de partículas, e a física quântica de modo geral, também podem se

aproveitar esses métodos. Como será visto a seguir, um modo lúdico e eficiente de ensinar o modelo padrão, envolve um jogo que irá propiciar a integração dos alunos entre si, como o professor, e com o assunto da aula.

5 MODELO LÚDICO PARA O ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO

Esse tema dentro da física é rico em conteúdo e publicações. Contudo, aplicações em sala de aula são escassos na literatura. O modelo escolhido foi baseado no trabalho de Alves e Costa (2010) e consiste em um jogo apresentado como um material didático complementar ao ensino do Modelo Padrão das partículas elementares, possibilitando ao estudante e ao professor um maior contato com os conceitos e as partículas constituintes deste modelo.

Nesse cenário, cabe frisar a importância de alguns autores, como Abdala (2005), que estabelece muitos conceitos da física de partículas em gravuras, facilitando a compreensão do assunto.

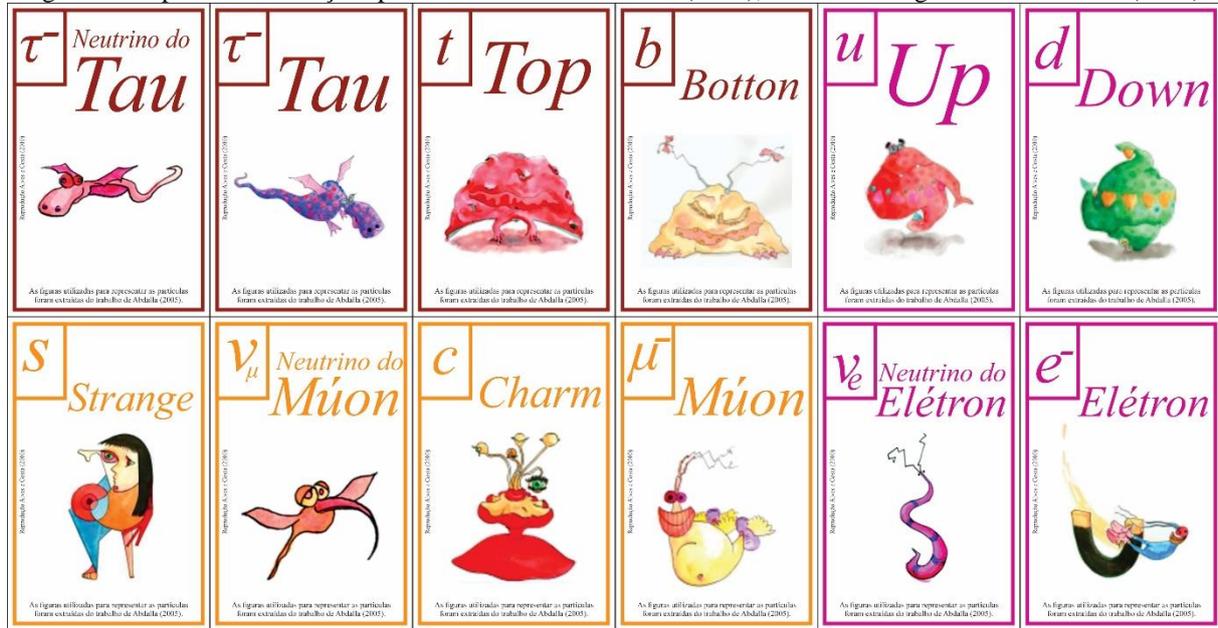
A proposta traga aqui compreende a um jogo de cartas (ALVES e COSTA, 2010), normalmente chamado de “Pif”, “caixeta”, ou “pif paf”. O jogo consiste em 52 cartas assim distribuídas: 36 cartas são de *quarks* e de *léptons*, 6 cartas são coringas e as 9 restantes são cartas informativas. Além disso, há um dado, que comandará o descarte de cartas (a cada duas faces distintas do dado correspondem a um tipo de carta). As cartas coringas são consideradas *quarks* ou *léptons*.

Figura 2: Jogo de cartas Alves e Costa (2010, p. 10), baseados nas gravuras de Abdala (2005).



O jogador apenas participará da rodada caso possua o tipo de carta definida pelo lançamento do dado. Se não a possuir deverá passar a sua vez. Se, após o lançamento do dado, seja exigida uma carta informativa, esta somente será descartada após a leitura, em voz alta, por aquele que irá descartá-la, de modo que todos ouçam. A Figura 3 mostra o modelo a ser utilizado nas cartas.

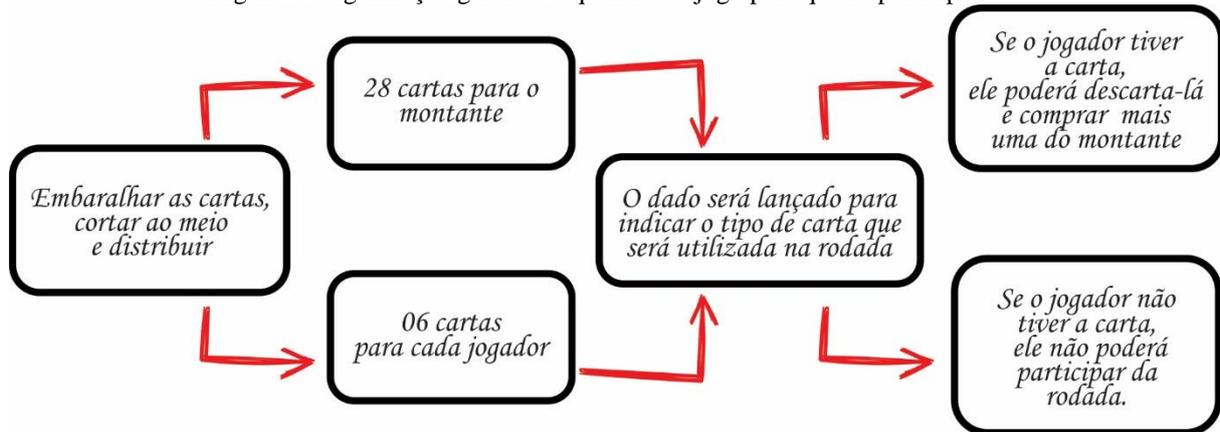
Figura 3: Proposta de ilustrações para as cartas Alves e Costa (2010), baseados nas gravuras de Abdala (2005).



A vitória no jogo será concedida para quem conseguir montar primeiro um dos grupos de férmions (*quarks* ou *léptons*). Para isso (caso receba ou compre novas cartas) o aluno poderá utilizar algum coringa que, correspondendo a uma determinada geração, substitui duas cartas das partículas dessa mesma geração.

Em comparação com outros métodos, como a utilização de softwares, o uso de cartas pode ser considerado mais acessível, pois depende somente de materiais de baixo custo e o conhecimento do professor. Durante a confecção das cartas o professor pode organizar a participação dos estudantes, fornecendo materiais, como cartolina e pincel colorido, além de auxiliar na arte e escrita dos textos presentes nas cartas. Esse método se apresenta eficiente, pois possibilita um contato maior com os conceitos de física de partículas e por estimular a interação entre todos.

Figura 4: Organização geral da sequência do jogo para quatro participantes.



A proposta desse jogo (Figura 3) não é a mera memorização de nomes. É necessário considerar que o conhecimento da Física de Partículas é extremamente dinâmico. Assim, o conhecimento contemporâneo não é definitivo, e não expressa a última “descoberta” sobre as partículas elementares. Dessa maneira, o objetivo central é incentivar o estudante a buscar mais sobre o conhecimento atual e a evolução da ciência.

Além disso, vale ressaltar que uma sequência de ensino de física de partículas é sugerida no trabalho de Siqueira (2006). Essa sequência didática propõe aulas baseadas em conceitos que vão além do caráter clássico, passando a introduzir também o aspecto quântico. Isto é, utilizando os limites do campo eletromagnético clássico (macroscópico) pode-se passar para o campo quântico (microscópico).

Essa sequência é uma proposta para aplicação do conteúdo de física de partículas em sala de aula. As atividades sugeridas por Siqueira (2006) podem ser substituídas conforme a realidade e as necessidades dos alunos. Sem dúvida, nesse cenário, a criatividade do professor deve levá-lo à busca por temas e atividades que envolvam o aluno, em seus respectivos contextos sociais, com a física e com o modo de aplicar o conteúdo.

6 RESULTADOS

Com as pesquisas realizadas levantamos as informações discutidas, partindo disto, conseguimos reunir uma grande variedade de material pedagógico, lúdico, virtual. Considerando os pontos apresentado neste trabalho, agrupamos as informações encontradas para que os professores tenham acesso em drives e CD, com os arquivos para que possam desenvolver o conteúdo, com materiais adequados. Sendo assim, segue abaixo a relação:

- Jogo Lúdico para o ensino de física de partículas.

- Recriamos o jogo que apresentamos neste artigo, disponibilizando o arquivo das cartas, prontas para serem impressas e recortadas, juntamente com um roteiro explicando as regras do jogo.
- Pôster com ordem cronológica do descobrimento das partículas.
 - Criado em cima de informações de Young e Freedman (2009), tendo como objetivo apresentar o período de descoberta, descobridores e as descobertas.
- Proposta de sequência didática apresentada por Siqueira (2006).
 - A proposta traz propostas para ensinar física de partículas e assuntos que podem ser tratados.
- Curso de física de Partículas Elementares oferecido pela USP.
 - O curso é uma transposição das teorias modernas e contemporânea para o ensino médio, onde são apresentados planos de aula, objetivos, recomendações para a execução etc.
- Jogo SPRACE 2.
 - O jogo que roda em plataforma JAVA, onde o professor poderá trabalhar com os alunos do ensino médio em forma de competição ou até mesmo meio de incentiva-lo a desenvolver um trabalho a partir das missões realizadas.
- O filme “O Charme das Partículas Elementares” que foi citado no trabalho.
 - O filme aborda o tema: física de partículas, onde jovens em uma escola, partindo de materiais criados por Abdalla (2005).
- Artigos que foram utilizados como referencial neste trabalho, para que possam ler e se aprofundar sobre o assunto.
- Livro “História da Física: Artigos, ensaio e resenhas”.
 - Trás a história dos físicos por trás do descobrimento da física moderna VIEIRA (2015).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo buscou-se propor o ensino de física de partículas elementares em cursos de Ensino Médio. A partir de uma revisão integrativa, apresentou trabalhos de diversos que se mostraram exitosos. No entanto, observou-se a necessidade de repensar o sistema de ensino e a incluir meios tecnológicos no processo ensino-aprendizagem. Nesse novo cenário, o educador deve ser capaz de mediar todo o processo de utilização da tecnologia, ele precisa entender qual é o seu papel e os

objetivos propostos no projeto pedagógico, no seu plano de curso e a partir desses documentos irem traçando as necessidades dos alunos que chegam constantemente na sala de aula.

Os quatros pilares da educação se enquadram perfeitamente na questão da utilização da tecnologia, o qual os estudantes devem por intermédio do educador, aprender a aprender, aprender a ser, aprender a conviver, aprender a fazer. Somente através da prática educacional, que os alunos podem se desenvolver, e conseguir colocar em prática os pilares da educação, dessa forma desenvolvendo várias competências e habilidades que até então eram feitas de forma apenas mecânica a partir da utilização de livros ou materiais tradicionais que hoje já estão se tornando obsoletos. O uso de matérias de baixo custo, pode levar a bons resultados em sala de aula, como o apresentado nesse artigo, e acreditamos que ao ofertarmos o material de uma forma mais acessível, com os conteúdos encontrados compilados, facilitará a busca do professor por materiais de qualidade, auxiliando também a cobrir uma deficiência da educação básica, a falta de tempo para a preparação de aulas.

REFERÊNCIAS

- 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, Ponta Grossa, outubro de 2010.
- ALVES, V. C.; BERTOLINI, M. S. **O lúdico como ferramenta no ensino de física.** In: Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
- ABDALLA, M. C. B. Sobre o discreto charme das partículas elementares. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 248, 23 dez. 1996.
- _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Ministério da educação. Secretaria da Educação e Tecnologia. Acesso em 13 de novembro de 2016.
- BRITO, C.E. C. de; **A Física dos Filmes de Hollywood: seria essa uma fonte segura de conhecimento?** Disponível em <<https://www.ucb.br/sites/100/118/TCC/1%C2%BA2011/AFisicadosFilmesdeHollywoodCarlosEduardo.pdf>> Acesso em 24 de outubro de 2016.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. . Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 3:p. 297-315, dez. 2001.
- CHAIKLIN, S. A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 16, n. 4, p. 659-675, out. /dez. 2011
- DELORS, J. (Org). **Educação: um tesouro a descobrir.** 4. ed. -São Paulo – SP: Cortez, 2000.

FERREIRA, D. R.; *et al.* Simulações computacionais como ferramenta didática no ensino de radioatividade. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, 2019.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**/Paulo Freire. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1988.

FOGAÇA, J. R. V.; LCH: O maior acelerador de partículas do mundo. **Mundo Educação**. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/lhc-maior-acelerador-particulas-mundo.htm> > Acesso em 27 de novembro de 2016.

G1-SP, **UNESP LANÇA JOGO DE COMPUTADOR PARA ENSINAR FÍSICA QUÂNTICA**. Disponível em < <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2010/05/unesp-lanca-jogo-de-computador-para-ensinar-fisica-quantica.html> > Acesso em 24 de novembro de 2016.

GALVEZ, P. E. G. Impacto das Mídias Sociais no Processo de Ensino Aprendizagem. **Revista Eletrônica Saberes da Educação**, v. 5, n. 1, 2014.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO de Física da USP. **Partículas Elementares: César Lattes e as Emulsões nucleares**. Disponível em: <<http://atp.usp.br:9080/rid=1L8PPT886-W0SCN0-1QW/REA%203.4.1.1.pdf>>. Acesso em 28 de outubro de 2016.

LLANO, J. G. A informática educativa na escola. São Paulo – SP: Layola, 2006.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. **AValiação do Ensino do Ensino e Aprendizagem de Física Moderna no Ensino Médio**, 2003.

MOREIRA, M. A. O modelo padrão da física de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1306 (1-11), 2009.

_____, **A física dos Quarks e a Epistemologia**. Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/quarks.pdf> > Acesso em 27 de novembro de 2016.

NUNES, J. C.; MACEDO, E. R. Introdução ao ensino da física quântica no ensino médio: um relato de experiência. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, 2019.

OLIVEIRA, A. J. de.; **Game Brasileiro Ensina Física de Partículas Através de Missões para Colonizar Marte**. Disponível em < <http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2015/02/game-brasileiro-ensina-fisica-de-particulas-atraves-de-missoes-para-colonizar-marte.html> > Acesso em 24 de novembro de 2016.

OLIVEIRA, S. **Geração Y: Era das conexões tempo dos relacionamentos**. Clube dos autores, 2009.

OSTERMANN, F. MOREIRA, M. A. . **“PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS” NO ENSINO MÉDIO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA A PARTIR DO ESTÁGIO DE UM ALUNO DE “PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA” DA UFRGS**. 2000. 14. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A14.pdf> > Acesso em 24 de novembro de 2016.

_____. **UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE PESQUISA “FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO”**. 2001. Acessado dia 15 de agosto de 2014. Disponível em <http://www.cienciamao.usp.br/dados/ienci/_umarevisaobibliograficas.artigoCompleto.pdf> Acesso em 24 de novembro de 2016.

PEREIRA, D. R. O.; AGUIAR, O. **ENSINO DE FÍSICA NO NÍVEL MÉDIO: TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E EXPERIMENTAÇÃO**. Disponível em <<http://www.coluni.ufv.br/revista/docs/volume03/ensinoFisica>>. Pdf. Acesso em 24 de novembro de 2016.

- PINHEIRO, L. A. **Partículas elementares e interações fundamentais no ensino médio**. 2011. 313 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- PUCCI, L. F. S.; BAUER, C. Tecnologia educacional no ensino de Física e de ciências da natureza, nos depoimentos de pesquisadores protagonistas: construtivismo versus Instrucionismo, concreto versus virtual. **Revista Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 361-378, jul. /dez. 2008.
- REYNOL, F.; VIDEOGAME QUE ENSINA FÍSICA. Agência FAPESP 11/05/2010. Disponível em < http://agencia.fapesp.br/videogame_que_ensina_fisica/12160/ > Acesso em 25 de novembro de 2016.
- ROCHA, L.; 10 Curiosidades sobre o Grande Colisor de Partículas do CERN. Disponível em <<http://www.megacurioso.com.br/accelerador-de-particulas/37780-10-curiosidades-sobre-o-grande-colisor-de-particulas-do-cern.htm> > Acesso 27 de novembro de 2016.
- SAMPAIO, M. M. (Org.). **O cotidiano escolar face às políticas educacionais**. Araraquara: JM, 2002. p. 7-18.
- SCHIAVONI, J. E. **Mídia: o papel das novas tecnologias na sociedade do conhecimento**. 2005. Disponível em <<http://www4.faac.unesp.br/publicacoes/anais-comunicacao/textos/01.pdf>>. Acesso em 2 de setembro de 2016.
- SIQUEIRA, M. R. P. **DO VÍVEL AO INDIVÍVEL: UMA PROPOSTA DE FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES PARA O ENSINO MÉDIO**. 2006. Disponível em < <http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/teses/DissertMAXWELL.pdf> > Acesso em 24 de novembro de 2016.
- SPRACE GAME, Disponível em < <http://www.sprace.org.br/pt-br/sprace-game> > Acessado dia 24 de novembro de 2015.
- FAPESP, A. VIDEOGAME QUE ENSINA FÍSICA. Disponível em < <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/36965/videogame-ensina-fisica/> > Acesso em 24 de novembro de 2016.
- SOUZA, M. T.; *et al.* Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n 1, p. 102-106. 2010.
- TERRAZAN, E. **A INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA DE 2º GRAU**. Disponível em < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7392/6785> > Acesso em 24 de novembro de 2016.
- TERRAZAN, Eduardo Adolfo. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º GRAU. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.
- TUNES, E. *et al.* O professor e o ato de ensinar. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 126, p. 689-698, set. /dez. 2005.
- VIEIRA, C. L. Lattes: nosso herói da era nuclear. **Física na Escola**, v. 6, n. 2, 2005.
- _____.; História da física: Artigos, ensaios e resenhas. **Instituto Ciência Hoje, Rio de Janeiro. 1ed 2015.** Disponível em < http://mesonpi.cat.cbpf.br/escola2015/downloads/material/historia_da_fisica.pdf > Acesso dia 27 de novembro de 2016.
- LATTES, C., Cesar Lattes. **Canal Ciência**. Disponível em < http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/cesar_lattes.html > Acesso em 27 de 11 de novembro de 2016.

WHITTMORE, R.; KNALF, K. The integrative review: updated methodology. Blackwell Publishing Ltd, **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553. 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV: ótica e física moderna**. 12 ed. São Paulo: PEARSON, 2009.

ZOLNERKEVIC, I.; PARTICULAS ELEMENTARES E DIVERTIDAS. **Jornal UNESP** – Maio/2006 – Ano XX – Nº 211.