

UM *eBook* INTERATIVO PARA O ESTUDO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Romildo Melo da Silva¹
Roney Roberto de Melo Sousa²
Jardel Francisco Bonfim Chagas³

RESUMO

A Física de Partículas é um campo da ciência que estuda as partículas que formam toda a matéria, suas interações e aplicações. A partir de observações feitas em livros didáticos do Ensino Médio, notou-se que não há uma organização de conteúdos de maneira que ajude o aluno a compreender tal conteúdo. Entre os meses de novembro de 2020 a março de 2022, atuando junto ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Física no Campus Santa Cruz/RN, foi elaborado um *eBook* Interativo cuja temática foi Introdução a Física de Partículas. A elaboração do *eBook* seguiu as etapas: pesquisa bibliográfica, pesquisa por plataformas de desenvolvimento, seleção da arte e organização didática do conteúdo. O *eBook* foi dividido em: Introdução, Modelo Padrão da Física de Partículas, Propriedade das Partículas, Os *Quarks*, Os *Léptons* e Os *Bósons*, contendo ainda as páginas com Referências e Apêndices ao final. A introdução aborda a concepção mais difundida do átomo e como é formada a matéria a partir dele. No segundo tópico é apresentada a tabela do modelo padrão e algumas características como massa, energia e spin. O terceiro tópico traz uma explanação sobre as propriedades das partículas. No quarto tópico são apresentados os tipos de *Quarks* e como eles interagem entre si e com outras partículas fundamentais. No quinto tópico são descritos os *Léptons* e seu papel no decaimento radioativo. Por último é descrito a natureza dos *bósons* e seu papel na teoria do modelo padrão. É importante destacar que o *eBook* dispõe de multimídias além de textos, figuras, hiperlinks e links para vídeos do Youtube. Espera-se que esse *eBook* seja utilizado em aulas de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e que possa contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da Física Moderna e Contemporânea.

Palavras-chave: Ensino de Física, Física de Partículas, Divulgação científica, Material didático.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como material de apoio ao ensino já são utilizadas há algum tempo, porém no período de pandemia, se tornaram indispensáveis. Materiais produzidos por meio de projetos de pesquisas voltadas para as TICs passaram a ter uma importância maior para o ensino e muitos materiais foram produzidos conforme

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, silvaromildomelo@gmail.com;

² Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, roney.melo@ifrn.edu.br;

³ Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, jardel.bonfim@ifrn.edu.br;



observamos a necessidade dos processos de ensino, objetivando tornar a experiência mais didática possível. A própria Base Nacional Comum Curricular – BNCC já estabelece em uma de suas competências gerais a importância de se usar bem a tecnologia (BRASIL, 2018).

Ainda no período de pandemia, percebemos a importância dos materiais digitais para ensino. Muitas ferramentas, que antes não eram visíveis à perspectiva educacional, passaram a ser necessárias ao processo de ensino e aprendizagem. Podemos citar aqui ferramentas como Google Meet, Moodle, Google Classroom dentre outras.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p.11)

Assim como o avanço na ciência, a tecnologia, como consequência, também tem avançado e com isso o modo de ensinar também se atualiza. As aulas passaram de giz e lousa a pincel e quadro branco, e até apresentações projetadas na parede. Os livros que antes só poderiam ser lidos se fossem adquiridos em livrarias ou bibliotecas, hoje podem ser acessados e lidos de qualquer lugar, a partir de um dispositivo com acesso à internet.

O Modelo Padrão da Física de Partículas é uma teoria sofisticada que organiza as partículas elementares formadoras de toda a matéria, e explica como elas interagem entre si. Prótons e Nêutrons, são *Hádrons*, ou seja, partículas compostas. *Quarks* e *Léptons* são partículas elementares, são elas que formam os *Hádrons* (inclusive, formam o Próton e o Nêutron) e temos os Bósons, essas são partículas mediadoras de força/interação, sendo elas responsáveis pelos fenômenos eletromagnéticos, pelas forças forte e fraca (que mantem os núcleons estáveis), e o gravitacional.

Modelo Padrão da Física de Partículas. Tema este que, teoricamente, deveria ser abordado nos últimos anos do Ensino Médio, dentro do estudo da Física Moderna e Contemporânea (FMC), mas juntamente por fazer parte de uma teoria desenvolvida recentemente e que é considerada complexa, muitas vezes não é nem citado em sala. A compreensão dessa teoria é muito importante, pois ela explica como as partículas elementares formam toda a matéria e como elas interagem com o universo conhecido.

Diante da importância do estudo dessa área para a formação cidadã de um estudante que está concluindo o Ensino Médio, perguntamos: Como resolver essa carência de ensino de Física de Partículas nas escolas de Ensino Médio?

A resposta para o questionamento pode vir com a elaboração de um material didático virtual, ou seja, um *eBook*, que possa oferecer aos alunos do Ensino Médio um primeiro contato com essa teoria de modo que eles não se sintam intimidados e possam buscar conhecê-la a fundo em estudos posteriores.

Mas a final o que é um *eBook*? O *eBook* é que um livro digital, ou seja, tem todo o conteúdo que um livro comum tem, mas que conta com recursos adicionais proporcionados pelas plataformas digitais, que pode ser lido em aparelhos eletrônicos diversos (*notebooks, smartphones, PDAs* etc.). Ele é encontrado geralmente em forma de arquivo, que pode ser compartilhado e acessado de qualquer dispositivo, em sua maioria são gratuitos. Mas, também existe alguns que só estão disponíveis em dispositivos/aplicações específicas, como é o caso das lojas: *Apple Books, Google Play Books, Kindle*. Esses são pagos.

A partir do exposto, o objetivo desse trabalho é apresentar como ocorreu a construção de um livro digital (*eBook*) para abordar de forma resumida a teoria do Modelo Padrão da Física de Partículas. Apresentamos a metodologia de desenvolvimento do *eBook*, desde o planejamento até a proposta de versão final. Em seguida é apresentada a descrição do *eBook* como parte dos resultados obtidos além das perspectivas de resultados após a aplicação do livro digital. Por fim, estão as considerações a respeito das dificuldades e das possibilidades de trabalhos futuros a partir deste.

REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho aqui apresentado está centrado na elaboração de um *eBook* para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea. Diante das especificidades do tema, a fundamentação teórica das reflexões a serem empreendidas tratara de um tema específico dessa ciência: O Modelo Padrão da Física de Partículas.

A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: MODELO PADRÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

Por volta do século XX, com a descoberta do nêutron, tinha-se um modelo de átomo estável e bem definido. Explicando, dessa forma, o problema da massa nuclear.



No caso do núcleo de nitrogênio, por exemplo, seriam necessários 14 prótons para dar a massa nuclear e 7 elétrons para dar a carga líquida desse núcleo. Mas esse número total ímpar de partículas é inconsistente com o número par necessário para explicar o spin inteiro resultante das medições. Porém, se 7 elétrons e 7 prótons fossem substituídos, nesse modelo, por 7 nêutrons, a massa e a carga seriam as mesmas de antes e o spin inteiro seria explicado (MOREIRA, 2011, p. 61)

De acordo com Moreira (2011), outros problemas foram surgindo conforme aprofundava-se a pesquisa científica acerca do núcleo do átomo. E como resultado, surgiram diversas descobertas a partir de experimentos em Colisores de Partículas, tais como: Aceleradores de elétrons (*Sirius* e *Max IV* do tipo *síncrotron*), Colisores de Partículas (Grande Colisor de Hadrons - LHC do CERN) e os Aceleradores de Prótons (como o *European Spallation Source* - PSI e o *Paul Scherrer Institut* - ESS).

Segundo Mendes, Cucchieri e Moraes (2019), *Murray Gell-Mann* e *Yuval*, físicos da *Caltech* e do *Imperial College*, classificaram as partículas descobertas conforme suas similaridades. Separando-as dessa forma:

- *Quarks: up, down, strange, charm, top e bottom;*
- *Leptons: elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon, neutrino do tau;*
- *Bósons: higgs, fóton, glúon, W e Z e o gráviton (ainda não descoberto experimentalmente).*

Dessa forma, existem 6 *Quarks*, 6 *Léptons* e 6 bósons. Os *Quarks* possuem uma propriedade chamada cor ou carga cor (não a cor no sentido literal), que são: vermelho, azul e verde. Podendo assim, haver um Quark up vermelho, azul e verde. Totalizando 18 *Quarks*, e para cada partícula existe uma partícula idêntica com carga oposta, ou seja, uma antipartícula, teremos: 36 *Quarks*, e 12 *Léptons*. (MOREIRA, 2007, p. 161-173)

As partículas foram organizadas dessa forma, separadas por similaridades. Os *Quarks* são partículas que formam o próton e o nêutron, ou seja, o núcleo do átomo. Enquanto os *Léptons*, que são considerados partículas leves, tem seu papel importante no decaimento radioativo e o mais conhecido, o elétron, compõe o átomo como conhecemos. Os bósons são as partículas responsáveis pelas interações da matéria, tais como: Eletromagnética (fóton), Forte (glúon), Fraca (W e Z), e a Gravitacional (gráviton). O *Bosón de Higgs* é uma partícula teorizada em 1960, por *Peter Higgs*, e descoberta em 2013, no LHC. Acredita-se que essa partícula é a responsável por atribuir massa as outras partículas, como os *Quarks*. Ela não possui carga elétrica e seu spin é nulo. (MOREIRA, 2011, p. 23-46).



A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: SEU PAPEL NA SOCIEDADE

Apesar de ser uma ciência relativamente nova e em desenvolvimento, já possui contribuição tecnológica atualmente. Dentre elas, podemos citar a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), produção de energia por Fissão Nuclear, o GEANT4 (um conjunto de ferramentas para a simulação da passagem de partículas pela matéria), em outras palavras, ele é um simulador potente que pode, por exemplo, simular a produção e transporte de feixes de partículas por uma matéria biológica. Que é importante para desenvolvimento de tecnologia para o combate ao câncer por radioterapia de feixe de fótons, terapia de *Hádrons* etc. Há outras contribuições para o desenvolvimento tecnológico, por exemplo, a internet como a conhecemos hoje foi construída em cima do padrão WWW (*World Wide Web*), protocolo esse, desenvolvido por cientistas do CERN com o objetivo de compartilhar informações sobre as pesquisas realizadas. Ou seja, praticamente toda a tecnologia de detectores (sensores) desenvolvida para a física de partículas encontram aplicações tecnológicas (NOGIMA, 2018).

METODOLOGIA

O tema deste trabalho – *eBook* sobre Introdução ao Modelo Padrão da Física de Partículas – surgiu da ideia de criar um material para auxiliar as aulas de Física Moderna no Ensino Médio. Para a seleção do conteúdo foram feitas buscas na base de dados do Scielo Brasil com as seguintes descrições: “modelo padrão” e “física de partículas”, foram encontrados 992 e 331 resultados, respectivamente. Considerando a quantidade, viu-se a necessidade de utilizar filtros na pesquisa, os seguintes filtros foram usados: coleções “Brasil”, periódico “Revista Brasileira de Ensino de Física”, idioma “português”. Considerando o objetivo de criar um *eBook* sobre Física de Partículas, com foco no Modelo Padrão da Física de Partículas, obteve-se 13 para a primeira busca e 74 resultados para a segunda. Dentre eles foram selecionados 5 artigos que nos forneceram base para todo o processo de desenvolvimento da sequência de estudo apresentada no trabalho final.

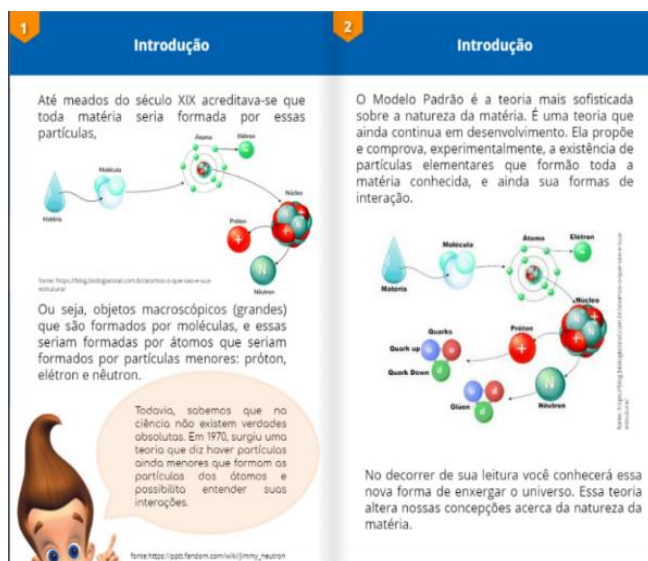
Após esta etapa foram feitas buscas por uma ferramenta para criação do *eBook* que atendesse alguns critérios. A ideia era que a ferramenta fosse compatível com desktops e dispositivos móveis, de fácil manuseio e com opção de multimídia. Foram encontradas algumas ferramentas, tais como: Canva, e-Pub Creator, kindle creator e Book Creator. Dentre esses, apenas o Book Creator foi selecionado por sua versatilidade e facilidade de manuseio.

A metodologia da proposta didática deste trabalho é que os alunos possam explorar o *eBook* ao longo das aulas de Física sobre o conteúdo de FMC. O uso do *eBook* pode ser planejado junto com atividades diversas como o uso de ferramentas digitais voltadas para o ensino e atividades práticas que auxiliem a compreensão do modelo padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *eBook* apresentado neste trabalho, está disponível em <https://read.bookcreator.com/VkwOyns2Plg18YV3trF8o8lrFW13/cImDHD49QIWDvwFplXjXA> é o produto educacional de uma pesquisa que tem como finalidade propor a inserção da Física de Partículas no Ensino Médio. A partir dessa ideia, notamos que seria necessário produzir um material que pudesse mostrar o conteúdo de forma correta e ao mesmo tempo, acessível aos estudantes que são o público-alvo. Com isso optamos pelo uso de textos, imagens e vídeos, como é visto na Figura 1, para facilitar a compreensão dos leitores.

Figura 1- Introdução do *eBook*



Fonte: Acervo do autor (2022).

No que diz respeito à organização do conteúdo, o *eBook* foi dividido em Introdução, Modelo Padrão da Física de Partículas, Propriedade das Partículas, Os *Quarks*, Os *Léptons* e Os *Bósons*. No fim do livro há ainda as páginas com Referências e Apêndices.

A introdução aborda a concepção mais difundida do átomo e como é formada a matéria a partir dele, nas aulas de ensino médio. No segundo tópico é apresentada a tabela do modelo

padrão e alguns aspectos da própria tabela como massa, energia e spin. O terceiro tópico traz uma explanação sobre as propriedades das partículas. No quarto tópico são apresentados os tipos de *Quarks* e como eles interagem entre si e com outras partículas. No quinto tópico descrevemos os *Léptons* e seu papel no decaimento radioativo e por último descrevemos a natureza dos bósons e seu papel na teoria do modelo padrão.

A primeira atividade proposta consiste na construção de um mapa conceitual sobre o modelo padrão. Após a leitura do *eBook* por parte dos estudantes e de um ou mais momentos nos quais o professor pode tirar dúvidas, o mapa conceitual pode ser proposto como atividade em grupo ou individual. A elaboração do mapa conceitual será orientada pelo professor, de acordo com literatura sobre o tema. De acordo com Almeida e Moreira (2008):

Mapas conceituais são ferramentas para a organização e representação do conhecimento, hierarquizando conceitos, usualmente colocados dentro de círculos, conectados por linhas e palavras (conectores) que representam as relações entre esses conceitos. (ALMEIDA E MOREIRA, 2008, p.4403).

A construção do mapa conceitual pode ser realizada no papel ou utilizando alguma ferramenta de construção de mapas mentais/conceituais. Dentre essas ferramentas estão o “canva”, o “mindmeister” e o “lucidchart”. Todas essas ferramentas permitem o uso sem custos e atendem às necessidades de construção de mapas conceituais reativamente simples.

Como o modelo padrão para a maioria dos estudantes é algo totalmente novo e envolve várias partículas com nomes diferentes, a memorização é um quesito fundamental nesse processo de aprendizagem. Assim, a outra sugestão de atividade é um jogo da memória com as partículas. A proposta é que os próprios estudantes confeccionem as cartas do jogo e em seguida passem a jogar em duplas. Considerando todas as partículas e as antipartículas, o jogo pode ser jogado de, pelo menos, 3 formas: combinando os pares de partículas, os pares de partícula e antipartícula. O uso de jogos no ensino de Física é uma estratégia comumente indicada como eficaz no processo de ensino de aprendizagem.

No ensino de Física, os jogos didáticos podem ser utilizados em sala de aula para: introduzir ou ilustrar aspectos importantes do conteúdo desenvolvido; avaliar a aprendizagem de conceitos; revisar ou sintetizar pontos relevantes do conteúdo (FONTES et.al, 2016, p.5).

Ou ainda:

O jogo também pode ser utilizado para introduzir um conteúdo, de modo mais motivador e interessante para atingir determinados objetivos pedagógicos, sendo uma



alternativa para se melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem (FONTES et.al, 2016, p.7).

É importante destacar que partindo da proposta de um *eBook* Interativo, ou seja, um livro digital que dispõe de multimídias além do texto, o *eBook* traz, além de textos, figuras, hiperlinks e links para vídeos do youtube.

Ao final do *eBook* pode-se adicionar questionários ou qualquer outra forma de interação com leitor. E se for de preferência do leitor, é possível exportar o *eBook* para outras extensões conhecidas (ePub, PDF) conforme achar conveniente. Para o acesso ao livro digital basta clicar no link e o aluno/leitor será encaminhado ao *eBook*. Ao ter acesso por um *notebook* ou *desktop* o usuário terá à disposição algumas animações. O acesso pelo dispositivo móvel (*smartphone*, por exemplo) é similar ao abrir um livro em PDF, ou seja, não terá, por exemplo, a mesma experiência de um *notebook*, porém a leitura não será prejudicada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira versão do *E-BOOK*, com todas as partes planejadas inicialmente, encontra-se disponível. Ao leitor que acessar essa versão do *eBook*, será possível a compreensão inicial do modelo padrão de Física de partículas. Porém, é notório que ainda é necessário o acréscimo de mais informações para que o livro digital chegue a uma versão final.

Esperamos que o uso do *eBook* desenvolvido neste trabalho, provoque a reflexão sobre a viabilidade da inserção do conteúdo de Física de Partículas nas aulas do Ensino Médio, contribuindo para que os alunos passem a se interessar mais pela Física, visto que estudarão o conhecimento científico atual e conhecerão uma nova forma de se interpretar a natureza.

A utilização do *eBook* junto com alguma atividade em que o aluno possa participar ativamente do processo de aprendizado cria a expectativa que o aprendizado seja satisfatório e instigue o estudante a buscar conhecimento além do que é apresentado. Além disso, espera-se que os alunos possam avaliar o próprio *eBook* e dar contribuições no sentido de melhorar algumas características do material produzido como a formatação, o uso de imagens e vídeos e o próprio texto.

De uma forma geral, a expectativa é que esse *eBook* contribua com a inserção e ampliação do estudo da Física de Partículas no Ensino Médio, proporcionando um primeiro contato com um assunto que muitas vezes é visto como muito distante da realidade do estudante da escola básica no Brasil.



Observamos que esse modelo de livro digital interativo possui imenso potencial para uma aprendizagem efetiva por permitir que o leitor saia da leitura estática para uma espécie de leitura dinâmica, na qual ele interage com o livro. Ele passa de um mero receptor de informações a um agente de seu próprio aprendizado, podendo navegar em diferentes mídias de acordo com a sua necessidade.

No que diz respeito ao desenvolvimento do livro podemos afirmar que as ferramentas para construção desses livros exigem um pouco de habilidade com ferramentas de criação de material digital, desde a escrita dos textos até a inserção de figuras e vídeos, além da formatação de uma forma geral requerem a dedicação dos autores para que o produto tenha o mínimo de qualidade.

Em relação ao conteúdo abordado no *eBook* é notório que o ensino de Física Moderna e Contemporânea ainda é pouco explorado nas aulas do Ensino Básico brasileiro. Antes por falta de tempo (no decorrer do ano letivo) ou pela pouca familiaridade com esse tema, como afirma Silva e Pinheiro (2020), dificultando a apresentação do conteúdo por parte do professor. A concepção desse *eBook* foi pensada para que seja uma ferramenta que auxilie nesse processo, trazendo elementos do dia a dia dos alunos (recursos multimídia) junto aos conteúdos propostos em sala. Contudo, este material não substitui a aula e/ou a explanação do professor, pois é necessário que haja a mediação do docente conduzindo o processo de ensino e aprendizagem de maneira adequada do ponto de vista pedagógico, para que este *eBook* seja uma ferramenta realmente eficaz.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Voltaire de O., MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v30, n.4, 4403, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

FONTES, Adriana da Silva, RAMOS, Fernanda Peres, SCHWERZ, Roseli Constantino, CARGUIN, Claudete. **Jogos adaptados para o ensino de Física**. Ensino Saúde e Ambiente – V9 (3), pp 226-248, dez, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **O Modelo Padrão da Física de Partículas**. Revista Brasileira de Ensino de Física., v31, n.1, 1306, 2009.

VOLTAIRE de O. Almeida; MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da Óptica Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física., v. 30, n. 4, 4403, 2008.



NOGIMA, Helio. **A Física de Partículas e as Tecnologias Associadas**. Salvador, Bahia. UFBA. 3 set. 2018. PDF. 54 slides. Disponível em: <https://indico.cern.ch/event/675300/contributions/3128294/attachments/1709645/2755780/KeynoteNogima.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

SILVA, Daniele S. R., PINHEIRO, Rafael P. ANÁLISE DE ALGUMAS PUBLICAÇÕES DE FÍSICA MODERNA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. Revista Saberes Docentes, Juína-MT, Brasil, v.5, n.10, Jul./Dez. 2020. ASTRO, P. A.; SOUSA ALVES, C. O.. Formação Docente e Práticas Pedagógicas Inclusivas. **E-Mosaicos**, V. 7, P. 3-25, 2019.

Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Michaelis. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=livro>. Acesso em 22 de nov. 2022.

SOARES, Maria Teresa Carneiro Soares e PINTO. Neuza Bertoni Pinto. **Metodologia da resolução de problemas**. ANPED - GT19. Disponível em <<http://www.ufrjr.br/emanped/>>. Acesso em 13 dez. 2021.