



UNIVERSIDADE  
FEDERAL  
DE PERNAMBUCO



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 46**

**Mateus Henrique de Melo Lima**

**Introdução a Física de Partículas no 9º ano do Ensino Fundamental:**  
Utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma Aprendizagem  
Significativa.

Caruaru  
2025

**Mateus Henrique de Melo Lima**

**Introdução a Física de Partículas no 9º ano do Ensino Fundamental:**

Utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma Aprendizagem Significativa.

Dissertação apresentada ao Polo 46 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em ensino de Física. Área de Concentração: Física no Ensino Fundamental.

Orientador: Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva.

Caruaru

2025



Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Lima, Mateus Henrique de Melo.

Introdução a Física de partículas no 9º ano do Ensino Fundamental: utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma aprendizagem significativa / Mateus Henrique de Melo Lima. - Caruaru, 2025.

109f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2025.

Orientação: Heydson Henrique Brito da Silva.

1. Física de partículas; 2. Aprendizagem significativa; 3. Ensino de Física. I. Silva, Heydson Henrique Brito da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

**Mateus Henrique de Melo Lima**

**Introdução a Física de Partículas no 9º ano do Ensino Fundamental:**

Utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma Aprendizagem Significativa.

Dissertação apresentada ao Polo 46 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em ensino de Física. Área de Concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado.

Aprovada em 30 de Julho de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva - Orientador  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Elder Alpes de Vasconcelos – Examinador(a) 1  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Priscila Valdênia dos Santos – Examinador(a) 2  
Universidade Federal de Pernambuco

*Um Físico é apenas a maneira de um átomo olhar para si mesmo.*  
*Niels Bohr*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me manter de pé nessa jornada de dois anos de MNPEF.

Com imensa gratidão, compartilho a alegria de concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço, primeiramente, à minha família, especialmente a minha mãe Iris Henrique pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial.

Agradeço aos meus colegas/amigos das turmas do mestrado, pelo companheirismo durante cada aula e pela colaboração no processo de aprendizagem nas disciplinas vivenciadas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva, agradeço imensamente pela sua dedicação, paciência e incentivo foram fundamentais para eu pudesse evoluir e concluir esta pesquisa. Obrigado por compartilhar seu conhecimento e por me guiar com sabedoria, seu comprometimento foi essencial para que este trabalho se tornasse realidade.

Aos professores do MNPEF polo 46, obrigado por cada ensinamento, por cada orientação e por contribuírem para a minha formação acadêmica. A cada disciplina cursada, um novo aprendizado, uma nova perspectiva e um novo desafio que ajudou no meu amadurecimento como acadêmico do MNPEF.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Centro Acadêmico do Agreste (CAA) e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oferta, em conjunto, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, possibilitando a capacitação de professores da educação básica ao nível de mestrado.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta um produto educacional para o ensino de física, especificamente uma introdução à Física de partículas no ensino fundamental. Esse material é escasso para esta modalidade de ensino, assim percebemos a necessidade de abordar uma sequência didática que envolvesse este tema e jogos de tabuleiro. Desenvolvemos um material que aborda o que é solicitado nas pesquisas do ensino de física, materiais voltados para o avanço desta ciência e sua influência no cotidiano. O elevado grau de abstração, uso de uma matemática sofisticada e a falta de materiais que trazem uma transposição didática sobre o tema, precisam ser superadas para que este conteúdo seja inserido efetivamente. A partir disso, mostramos que é possível inserir esse conteúdo no ensino fundamental. Foi utilizada uma sequência de ensino que aplicou: análise dos conhecimentos prévios dos estudantes, material condizente com a modalidade de ensino e recursos que potencializam a aprendizagem significativa. Para auxiliar essa sequência didática foi desenvolvido um tabuleiro e cartas com perguntas sobre a temática, desde fatos históricos a conceitos do modelo padrão da física de partículas, permitindo que os estudantes relacionem o material de apoio com o jogo didático, buscando uma aprendizagem significativa. Essa atividade mostrou-se eficaz para incluir tópicos de Física Moderna no 9º ano do ensino fundamental, possibilitando explorar novas práticas para tornar acessível e interessante o aprendizado deste tema.

Palavras-chaves: Física de Partículas; Aprendizagem Significativa; Ensino de Física; Sequência Didática.

## **ABSTRACT**

This dissertation presents an educational product for teaching physics, specifically an introduction to particle physics in elementary education. This material is scarce for this mode of teaching, thus we realized the need to address a didactic sequence that involved this theme and board games. We developed a material that addresses what is requested in research on physics education, materials aimed at advancing this science and its influence in daily life. The high degree of abstraction, the use of sophisticated mathematics, and the lack of materials that provide a didactic transposition on the subject need to be overcome for this content to be effectively integrated. Based on this, we demonstrate that it is possible to incorporate this content into elementary education. A teaching sequence was used that applied: analysis of students' prior knowledge, material consistent with the teaching mode, and resources that enhance meaningful learning. To assist this didactic sequence, a board and cards with questions on the subject were developed, ranging from historical facts to concepts of the standard model of particle physics, allowing students to relate the supporting material to the didactic game, aiming for meaningful learning. This activity proved to be effective in including topics of Modern Physics in the 9th grade of elementary school, enabling the exploration of new practices to make the learning of this subject accessible and interesting.

**Keywords:** Particle Physics; Meaningful Learning; Physics Teaching; Didactic Sequence.

## LISTA DE FIGURAS

|            |                                                                                       |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1:  | Os tipos de aprendizagem significativa, segundo Ausubel.                              | 18 |
| Figura 2:  | Exemplo dos elementos de um Mapa mental.                                              | 19 |
| Figura 3:  | Acelerador de partículas Brasileiro.                                                  | 29 |
| Figura 4:  | Mapa conceitual das interações fundamentais.                                          | 30 |
| Figura 5   | Modelo Padrão da Física de Partículas                                                 | 31 |
| Figura 6   | Aula sobre introdução a Física de Partículas                                          | 37 |
| Figura 7   | Modelo do tabuleiro                                                                   | 39 |
| Figura 8   | Modelo da carta                                                                       | 39 |
| Figura 9   | Material em sala de aula                                                              | 40 |
| Figura 10  | Aplicação do questionário de conhecimentos prévios                                    | 42 |
| Figura 11: | Padrão de respostas da questão 1, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 43 |
| Figura 12  | Padrão de respostas da questão 2, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 43 |
| Figura 13  | Padrão de respostas da questão 3, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 44 |
| Figura 14  | Padrão de respostas da questão 4, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 45 |
| Figura 15  | Padrão de respostas da questão 5, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 45 |
| Figura 16  | Padrão de respostas da questão 6, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 46 |
| Figura 17  | Padrão de respostas da questão 7, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 46 |
| Figura 18  | Padrão de respostas da questão 8, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 47 |

|           |                                                                                        |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19 | Padrão de respostas da questão 9, referente ao questionário de conhecimentos prévios.  | 47 |
| Figura 20 | Padrão de respostas da questão 10, referente ao questionário de conhecimentos prévios. | 48 |
| Figura 21 | Construção dos Mapas Mentais                                                           | 49 |
| Figura 22 | Mapa mental “organizado”                                                               | 50 |
| Figura 23 | Mapa mental “organizado”                                                               | 50 |
| Figura 24 | Mapa mental “não organizado”                                                           | 51 |
| Figura 25 | Mapa mental “não organizado”                                                           | 51 |
| Figura 26 | Aplicação do questionário conclusivo                                                   | 53 |
| Figura 27 | Padrão de respostas da questão 1, referente ao questionário conclusivo.                | 54 |
| Figura 28 | Padrão de respostas da questão 2, referente ao questionário conclusivo.                | 54 |
| Figura 29 | Padrão de respostas da questão 3, referente ao questionário conclusivo.                | 55 |
| Figura 30 | Padrão de respostas da questão 4, referente ao questionário conclusivo.                | 55 |
| Figura 31 | Padrão de respostas da questão 5, referente ao questionário conclusivo.                | 56 |
| Figura 32 | Padrão de respostas da questão 6, referente ao questionário conclusivo.                | 56 |
| Figura 33 | Padrão de respostas da questão 7, referente ao questionário conclusivo.                | 57 |
| Figura 34 | Padrão de respostas da questão 8, referente ao questionário conclusivo.                | 57 |
| Figura 35 | Padrão de respostas da questão 9, referente ao questionário conclusivo.                | 58 |
| Figura 36 | Padrão de respostas da questão 10, referente ao questionário conclusivo.               | 58 |



|           |                                                                          |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 37 | Padrão de respostas da questão 11, referente ao questionário conclusivo. | 59 |
| Figura 38 | Padrão de respostas da questão 12, referente ao questionário conclusivo. | 59 |
| Figura 39 | Padrão de respostas da questão 13, referente ao questionário conclusivo. | 60 |
| Figura 40 | Padrão de respostas da questão 14, referente ao questionário conclusivo. | 60 |
| Figura 41 | Padrão de respostas da questão 15, referente ao questionário conclusivo. | 61 |
| Figura 42 | Padrão de respostas da questão 16, referente ao questionário conclusivo. | 61 |
| Figura 43 | Padrão de respostas da questão 17, referente ao questionário conclusivo. | 62 |
| Figura 44 | Padrão de respostas da questão 18, referente ao questionário conclusivo. | 63 |
| Figura 45 | Padrão de respostas da questão 19, referente ao questionário conclusivo. | 63 |
| Figura 46 | Padrão de respostas da questão 20, referente ao questionário conclusivo. | 64 |

## LISTA DE QUADRO

|           |                                                       |    |
|-----------|-------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1: | Vantagens do uso de jogos.                            | 21 |
| Quadro 2: | Desvantagens do uso de jogos.                         | 22 |
| Quadro 3: | Tabela das partículas e antipartículas.               | 32 |
| Quadro 4: | Trabalhos sobre Física de Partículas no Ensino Médio. | 34 |
| Quadro 5: | Etapas da sequência didática.                         | 36 |
| Quadro 6: | Tabela com as pontuações.                             | 41 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|              |                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------|
| <b>CNPEM</b> | Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais. |
| <b>CERN</b>  | Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear.        |
| <b>FM</b>    | Física Moderna.                                      |
| <b>FMC</b>   | Física Moderna e Contemporânea.                      |
| <b>LHC</b>   | Grande Colisor de Hádrons                            |
| <b>MNPEF</b> | Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física   |

## SUMÁRIO

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                         | <b>14</b> |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                              | <b>17</b> |
| 2.1 A aprendizagem Significativa de David Ausubel.....                            | 17        |
| 2.2 Mapas Mentais para o Ensino de Física.....                                    | 18        |
| 2.3 Jogos educacionais no ensino de Física.....                                   | 20        |
| 2.4 Transposição Didática de Física Moderna.....                                  | 23        |
| 2.5 Introdução à Física de Partículas.....                                        | 24        |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO<br/>MNPEF.....</b> | <b>31</b> |
| <b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÃO.....</b>                            | <b>32</b> |
| 4.1 Aplicação do produto educacional.....                                         | 32        |
| <b>5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>                                             | <b>39</b> |
| 5.1 Análise do questionário de conhecimentos prévios.....                         | 39        |
| 5.2 Análise dos Mapas mentais.....                                                | 45        |
| 5.3 Análise do questionário final.....                                            | 49        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....</b>                    | <b>61</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS.....</b>                                                        | <b>62</b> |
| <b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>                                      | <b>67</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A Física de partículas desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias, impactando não somente o meio acadêmico, mas também a sociedade. A criação dos aceleradores de partículas como o Grande Colisor de Hádrons ou o acelerador de partículas brasileiro Sirius, evidencia o quão a física é multidisciplinar e pode contribuir significativamente para o avanço nas engenharias, computação, medicina e educação. No contexto educacional, o professor pode utilizar esses avanços para inovar no Ensino de Física, buscando ferramentas para introduzir esses conceitos abstratos na educação básica de forma acessível para os estudantes. Segundo Dorsch (2021) *apud* Ostermann (2000) foi realizada uma entrevista com professores e pesquisadores, eles destacam que a Física de Partículas é o principal tópico de Física Moderna e Contemporânea (FMC) a ser inserido na educação básica.

Como Físicos Educadores, necessitamos observar os avanços científicos da FM e suas aplicações em outras áreas do conhecimento, colaborar com o desenvolvimento da sociedade e contribuir com os avanços no ensino. De acordo com Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), destacamos aspectos essenciais da FM no ensino:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos (BRASIL, 2002, p. 19).

A FM apresenta conceitos difíceis e abstratos e não possui materiais didáticos adequados para professores, dificultando sua inserção no currículo do Ensino Médio e conseqüentemente no Ensino Fundamental também. Não adianta inserir conceitos de FM de forma descontextualizada como acontece com a Física Clássica (MOREIRA; OSTERMANN, 2000).

Quando se trata da Física de partículas, os empecilhos são maiores, pois este conteúdo requer um alto grau de sofisticação e custo. Existe uma dificuldade em incluir esse tema na educação brasileira, devido às condições que se encontram as escolas públicas nacionais (PIETROCOLA; SIQUEIRA, 2007).

O Ensino de Física na Educação Básica é caracterizado pelo uso excessivo de memorização de fórmulas. Essa prática tradicional pode facilitar a resolução de problemas, mas limita o conhecimento conceitual dos estudantes sobre os fenômenos físicos, que acabam sendo decorados e não aprendidos. Essa ênfase na memorização pode gerar desafios para o professor e aluno, resultando em uma aprendizagem descontextualizada. A respeito do Ensino de Física, Aguiar (2020) afirma que:

O ensino não é só a inserção de conhecimento, ao contrário dos meios tradicionais que visam somente a memorização de fórmulas e conceitos ocasionando uma reprodução e fragmentação do ensino. Portanto, sabemos que estamos numa sociedade cada vez mais globalizada, contudo, com os avanços das tecnologias, o professor não deve ficar preso as práticas de ensino pedagógicas tradicionais, pois essas tecnologias disseminam a informação de modo que o professor não é mais o centralizador do conhecimento, tendo em buscar novos meios didáticos e práticas que despertem a curiosidade, criatividade e versatilidade do aluno (AGUIAR, 2020, p. 4).

O professor deve buscar a atenção dos estudantes através de novas ferramentas que possibilitem trabalhar a curiosidade e a busca de novos conhecimentos, além do que é visto na sala de aula. Essas ferramentas ajudam professores e estudantes a enxergarem a Física como uma disciplina dinamizada, mostrando a Física como algo presente no seu dia a dia e como ela pode mudar seu meio social (BEZERRA D. P. *et al.*, 2009).

Os jogos-pedagógicos são ferramentas que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem e para formação de habilidades cognitivas, afetivas e socioemocionais. Esses jogos podem assumir diversas formas, como tabuleiro e cartas, simulações e digitais, instigando os estudantes a colaborarem de forma ativa no processo de ensino (YAMAZAKI, 2014). O uso dessa estratégia desperta o interesse dos alunos, por transformar o aprendizado em uma experiência envolvente, motivando os discentes e tornando a disciplina acessível e atraente.

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um produto educacional focado na introdução de conceitos de Física de Partículas no Ensino Fundamental sob a perspectiva da aprendizagem significativa e dos jogos didáticos.

Partindo desta proposta, temos a seguinte pergunta a ser respondida: como incluir tópicos de Física de partículas no Ensino Fundamental? por conseguinte, os objetivos específicos são: elaborar um produto utilizando um jogo de tabuleiro para introduzir conceitos de Física de partículas; aplicar mapas mentais para estruturar o conhecimento sobre Física de partículas; analisar o impacto de introduzir este conteúdo no 9º ano do Ensino Fundamental por meio de observações e questionários de conhecimentos prévios e avaliativo.

Este trabalho está dividido em 5 capítulos que estão descritos nos parágrafos abaixo.

O primeiro capítulo trata da introdução e os objetivos gerais e específicos do trabalho.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico que é a base metodológica desta sequência didática, abordando aprendizagem significativa, mapas mentais, a utilização de jogos no ensino no ensino de física, transposição didática e introdução a física de partículas.

O terceiro capítulo traz os procedimentos metodológicos e descrição do produto educacional, descrevendo os encontros e as atividades realizadas.

O quarto capítulo tem a análise dos resultados da sequência didática, mostrando como utilizamos o questionário de conhecimentos prévios e o questionário conclusivo para verificarmos o resultado da sequência didática, observando o processo educacional dos estudantes.

O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais do trabalho mostrando a relevância dos resultados e o resultado da sequência didática, expondo a possibilidade de ensinar conceitos de física de partículas no ensino fundamental. Por fim, nos anexos, o produto educacional e os instrumentos utilizados na pesquisa.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Estimular o interesse dos discentes a construir um conhecimento sólido sobre determinadas temáticas é um desafio para os professores da atualidade. É a partir desta perspectiva que buscamos metodologias para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. A aprendizagem significativa Ausubeliana é aquela que relaciona os conhecimentos prévios com novos saberes, de modo a possibilitar, um aprendizado significativo para o indivíduo. De acordo com Moreira (2011):

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p.08).

A relação entre os conhecimentos prévios adquiridos, que são chamados de subsunçores, e a nova informação, constitui o primeiro passo para a construção de uma aprendizagem significativa. Considerar os conhecimentos prévios dos estudantes é a variável isolada mais importante da aprendizagem significativa (Moreira, 2010).

Os subsunçores são conceitos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (1982):

Os subsunçores são estruturas específicas nas quais uma nova informação pode se integrar ao cérebro, que é altamente organizado e armazena experiências. Eles se tornam mais elaborados e mais abrangentes, capazes de ancorar novas informações à medida que ocorre o aperfeiçoamento dos significados e que aprendizagem é convertida em significativa (AUSUBEL, 1982, p. 20).

Quando o conhecimento do indivíduo é adquirido de forma arbitrária e substantiva dizemos que ele aprendeu de forma mecânica. De acordo com Tavares (2004) a aprendizagem mecânica ou memorística o novo conhecimento é absorvido de forma literal e sem relação com os conhecimentos já existentes. Neste tipo de aprendizado o esforço cognitivo é menor, com isso, há uma retenção baixíssima dos conhecimentos, ocasionando um esquecimento do conteúdo de médio e longo prazo.

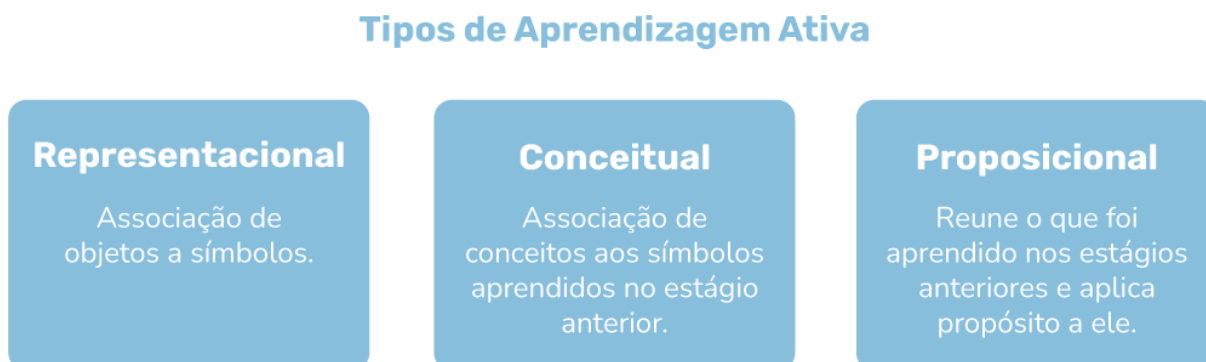
Dessa forma, o docente deve promover uma interação com os novos conhecimentos, de modo que, o material potencialmente significativo possa se relacionar com os conceitos presentes na estrutura cognitiva do sujeito.

### 2.3 Tipos de Aprendizagem significativas

Ausubel define três tipos de aprendizagem significativa, como mostra o esquema abaixo:



**Figura 1:** Os tipos de aprendizagem significativa, segundo Ausubel



**Fonte:** <https://tutormundi.com/blog/aprendizagem-significativa/> (2025).

Comparando os três tipos de aprendizagem, observamos que a aprendizagem por proposições e a aprendizagem conceitual tem a mesma base de referência, a associação de objetos a símbolos (PRAIA, 2000).

Vale reforçar a importância de analisar e rever alguns passos antes de realizar uma prática pedagógica que busque uma aprendizagem significativa, por exemplo, a análise da estrutura conceitual, deve-se verificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do estudante e relacionar com um material potencialmente significativo, esse material deve estar alinhado aos conhecimentos presentes no indivíduo, para que posteriormente ele possa dar sentido aquele conhecimento adquirido.

## 2.2 Mapas Mentais para o Ensino de Física.

Com o objetivo de criar uma ferramenta que facilitasse o aprendizado, a concentração e a memorização através de uma organização não linear de conhecimento, em 1970 o inglês Tony Buzan (1942 - 2019) desenvolveu os Mapas Mentais. Os mapas mentais fazem com que o cérebro seja estimulado, com isso, o processo de aprendizagem é bem mais dinâmico (FENNER, 2018).

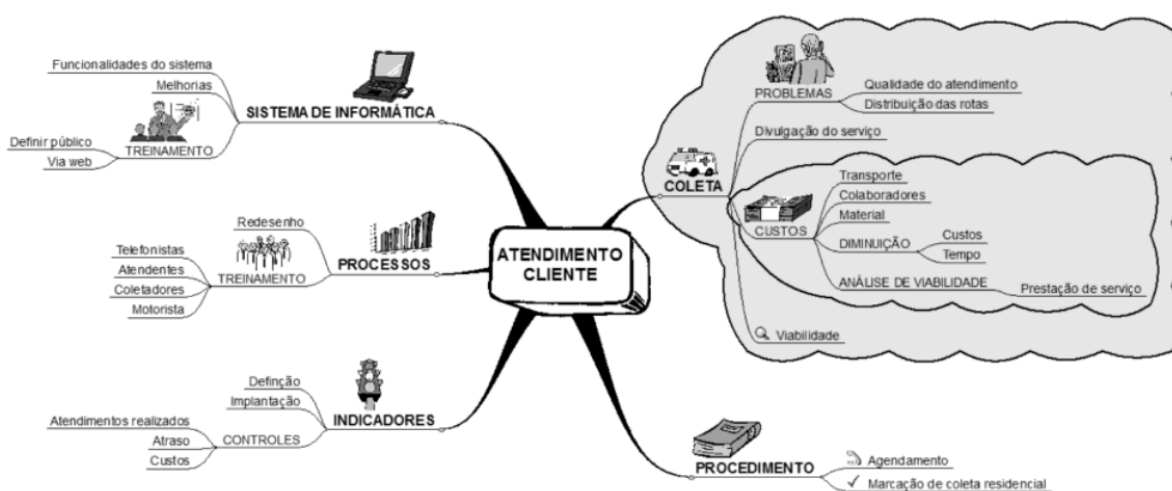
A relação do cérebro e os mapas mentais é descrita por Buzan (2019) da seguinte maneira:

O mapa mental é um diagrama visual colorido, usado para capturar informações. Para atingir essa finalidade, no entanto, ele apela para o funcionamento do córtex cerebral. Ativa um pensamento e faz uso dos dois hemisférios cerebrais: o esquerdo que é o hemisfério lógico e o direito, o hemisfério criativo. (BUZAN, 2019).

Essa ferramenta de pensamento busca utilizar todas as ferramentas de pensamento do cérebro, contribuindo no armazenamento de conhecimento e na recuperação do conteúdo estudado, com agilidade e eficácia (BUZAN, 2009).

Segundo Fenner (2017), construir mapas mentais requer o seguimento de alguns passos. Os cinco passos necessários para a construção de um mapa mental, são eles: 1º) Tema no centro de uma folha; 2º) criar tópicos; 3º) criar subtópicos; 4º) Acrescentar cores; 5º) Acrescentar imagens. Podemos verificar todos esses elementos na imagem abaixo, onde o autor utiliza o tema “Atendimento cliente” e demonstra todos os passos da construção de um mapa mental.

**Figura 2:** Exemplo dos elementos de um Mapa mental.



**Fonte:** Fenner (2018)

Observamos o tema “Atendimento cliente” centralizado, ligados ao tema temos os tópicos: Sistema de informática, processos, indicadores, procedimento e coleta que estão destacados com imagens. Conectado com os tópicos, temos os subtópicos, que também estão destacados com imagens, as cores são utilizadas para diferenciar os tópicos dos subtópicos, os tópicos estão em negrito para realçar a palavra e os subtópicos têm uma fonte sem destaque de cores.

Para que os estudantes aprendam, não é único suficiente que o docente apenas apresente o conteúdo. É necessário que o professor instigue os estudantes a buscar seu próprio conhecimento, trabalhando a autonomia do estudante, isso ocorre quando o discente cria, elabora e assume o protagonismo da construção do seu conhecimento (DE ASSIS ALVES, 2021), elementos esses encontrados na construção dos Mapas Mentais.

### 2.3 Jogos educacionais no Ensino de Física.

Para a disciplina de Física é essencial ter uma base conceitual e matemática, a busca por esses conhecimentos pode se tornar cansativo para os estudantes, assim, tornando o aprendizado da disciplina desmotivante, cabe ao docente buscar estratégias para motivar o estudante, uma alternativa são os jogos educativos. De acordo com Pereira (2007):

No que diz respeito à Física, os jogos apresentam grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos, principalmente porque os jogos abordam esses conteúdos dentro de um ambiente lúdico, propício a uma melhor aprendizagem, muito diferente das salas de aula nas escolas, que geralmente são expositivas, tornando o ambiente um espaço de “anti-criação”, impedindo uma maior participação dos alunos nas aulas (PEREIRA, 2007, p. 176).

Então, os jogos educativos como instrumento pedagógico contribuem para uma busca efetiva do conhecimento em sala de aula, os estudantes atribuem a si o papel de produzir seu próprio conhecimento (FERREIRA, *et al.*, 2020). Krause (2018) destaca que:

Dentro do processo de construção/reconstrução do conhecimento, a utilização de jogos nas aulas de Física pode auxiliar o aluno a interagir, refletir, visualizar, verificar suas teorias e concepções alternativas, desenvolvendo habilidades e buscando a autonomia na construção de conhecimentos (KRAUSE, 2018).

A utilização de jogos para uma aprendizagem significativa posiciona esse recurso didático em destaque para o Ensino de Física. Os jogos podem atuar como mediadores, criando situações que estimulem a utilização dos conhecimentos já adquiridos para compreender novos conceitos. A efetividade de um jogo educacional está na possibilidade de proporcionar ligações entre a estrutura cognitiva do estudante com o objetivo de aprendizagem do jogo, gerando uma aprendizagem significativa (DO ESPÍRITO SANTO SILVA-PIRES; DA SILVA TRAJANO; CREMONINI DE ARAÚJO-JORGE, 2020).

Para realizar uma sequência didática com jogos educativos, os professores devem planejar adequadamente cada passo, os jogos educativos dependem do encaminhamento dado pelo docente. Pereira (2009), destaca que:

Quando professores procuram por alguma prática de Física, eles procuram práticas que, de fato, assegurem a aprendizagem dos conceitos. Muitos, porém, procuram procedimentos que poderiam melhorar o rendimento do aluno. Porém, isso não é trivial, incluindo os jogos educativos. Estes podem nem sempre conseguir chegar a esse objetivo. A simples aplicação, sem nenhuma abordagem metodológica sobre eles, podem não conseguir motivar os alunos que poderão entendê-los como simples artefatos usados para “matar aula” (PEREIRA, 2009).

Há grandes possibilidades para a utilização dos jogos como ferramenta de ensino e aprendizagem, podemos destacar o trabalho de Grando (2000), que estabelece algumas vantagens e desvantagens quanto a utilização de jogos didáticos. A tabela abaixo destaca as vantagens da utilização de jogos didáticos.

**Quadro 1:** Vantagens para o uso de jogos didáticos.

|                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fixação de conceitos já aprendidos de uma forma motivadora para o aluno.                                                                                                                              |
| Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão.                                                                                                                                     |
| Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos).                                                                                                                         |
| Aprender a tomar decisões e saber avaliá-las.                                                                                                                                                         |
| O jogo requer a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.                                                                                                                |
| O jogo favorece a socialização entre os alunos e a conscientização do trabalho em equipe.                                                                                                             |
| A utilização dos jogos é um fator de motivação para os alunos.                                                                                                                                        |
| Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis.                                                                                                                                           |
| O jogo favorece o desenvolvimento da criatividade, do senso crítico, da participação, da competição "sadia", da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender. |
| As atividades com jogos podem ser utilizadas para reforçar ou recuperar habilidades que os alunos necessitem. Útil no trabalho com alunos de diferentes níveis.                                       |
| As atividades com jogos permitem ao professor identificar, diagnosticar alguns erros de aprendizagem, as atitudes e as dificuldades dos alunos.                                                       |

**Fonte:** Grando (2000).

O mesmo autor indica pontos de desvantagens sobre a utilização de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem, onde evidenciamos na tabela abaixo:

**Quadro 2:** Desvantagens do uso de jogos didáticos.

Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um "apêndice" em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber porque jogam.

O tempo gasto com as atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo.

As falsas concepções de que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos, também sem sentido algum para o aluno.

A perda da "ludicidade" do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo.

A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo.

A dificuldade de acesso e disponibilidade de material sobre o uso de jogos no ensino, que possam vir a subsidiar o trabalho docente.

**Fonte:** Grando (2000).

Com as características apontadas por Grando (2000), observamos que o desenvolvimento deste tipo de prática pedagógica requer um planejamento do docente, análise do público alvo e o tempo da proposta pedagógica. Zagury (2006), alerta sobre o não preparo do professor para este tipo de atividade pedagógica, com destaque no modo de conduzir as atividades:

A 'melhor das técnicas' ou o 'melhor método' podem ser desvirtuados, anulando-se, por mal conduzidos, todo o benefício que poderia trazer aos alunos. Utilizados de forma equivocada ou distorcida (em condições desfavoráveis de treinamento docente ou infraestrutura inadequada, por exemplo), qualquer técnica ou método pode ser um fracasso, conduzindo à queda da qualidade do ensino, à desmotivação e até ao embuste (Zagury, 2006, p. 202).

Um ponto relevante sobre a utilização de jogos é o seu *feedback* quando se trata de avaliação. A partir dos jogos, o professor pode avaliar o estudante evitando os métodos tradicionais, como provas escritas, solicitando que o discente resolva questões utilizando conceitos e fórmulas matemáticas. A avaliação é rápida e dependendo da prática planejada, o professor identifica quais conceitos os estudantes aprenderam e quais devem ser revisados.

## 2.4 Transposição didática de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

A Física Moderna e Contemporânea (FMC) que transformou nossa compreensão sobre o universo é vagamente abordada na educação básica. Há anos de pesquisa no ensino de física mostrando a necessidade da adição da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica, no entanto, são poucas as pesquisas sobre esse tema (Brockington, 2005).

Para inserir esses tópicos na educação básica é preciso que os professores / pesquisadores produzam transposições didáticas, essa não é a única alternativa, mas é o começo para a inclusão dos conteúdos de FMC. Em seu artigo Brockington (2005) citando Chevallard (1991) enxerga a transposição didática:

“Como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado).”(BROCKINGTON, 2005, apud CHEVALLARD, 1991).

Portanto, o conhecimento produzido pela comunidade acadêmica é chamado de Saber Sábio. Após a comunidade científica “refinar” esse conhecimento é que ele será divulgado de forma acessível para a sociedade. O pesquisador Siqueira (2006), também destaca que:

O Saber Sábio diz respeito ao saber original, aquele saber que é tomado como referência na definição da disciplina escolar. Tal saber é aquele construído no interior da comunidade científica. Esse saber também passa por transformações no interior dessa comunidade até tornar se público, quando da publicação em revistas específicas das comunidades científicas (como, por exemplo, os artigos publicados na revista Physics Letters, sendo objeto de debates, revisões e controvérsias). Antes da publicação é possível acessar o processo de construção específica da área científica em questão, através dos manuscritos dos autores. Ao ser publicado, o conhecimento está limpo, depurado e em uma linguagem impessoal, que não retrata características de sua construção (SIQUEIRA, 2006).

O Saber a Ensinar é o próximo estágio do Saber Sábio, é o conhecimento após a transformação, essa transformação pode ser chamada de *Transposição*

*didática externa*. Pode-se observar esse tipo de transformação nos livros didáticos, apostilas e programas escolares que são designadas para estudantes e professores utilizando uma linguagem acessível e reorganizada para o nível adequado de Ensino (Siqueira, 2006).

O Saber Ensinado é derivado do Saber a Ensinar, essa nova transposição didática, é chamada de *transposição didática interna*. Esse saber ocorre no ambiente escolar. De acordo com Filho (2000):

No ambiente escolar, o saber a ensinar torna-se objeto de trabalho do professor quando ele, tomando como base o livro texto, prepara sua aula. Neste momento cria-se um terceiro nicho epistemológico, que através de uma nova transposição didática sobre o saber a ensinar, transforma-o em saber ensinado. O saber ensinado é de extrema instabilidade, pois o ambiente escolar - com os alunos e seus pais, supervisores escolares, diretores ou responsáveis pelas instituições de ensino e o meio social em que a instituição está inserida - exerce fortes pressões sobre o professor, que acabam interferindo em suas ações desde o momento em que preparará sua aula até o lecionar de fato (FILHO, 2000).

É o saber que sofre interferências internas e externas à sala de aula, o meio interfere no processo de transposição, esse o conhecimento que é apresentado pelo professor ao estudante.

Os conhecimentos científicos são elaborados a partir de uma linguagem que é acessível aos cientistas, para que essa linguagem seja acessível a outros grupos, neste aspecto, é necessário uma transposição. Não é opcional, a comunidade científica não produz o conhecimento com o objetivo de ensiná-lo, portanto, se o conteúdo não sofrer “transformações”, pode até ser aplicado em sala de aula, mas é possível que não haja uma aprendizagem de fato (BATISTA FILHO *et al.*, 2017).

O professor usará a transposição didática para transformar conhecimentos científicos em materiais que possam ser usados na sala de aula. Cabe aos docentes verificar quais metodologias são necessárias para alcançar a aprendizagem significativa do conteúdo transposto.

## 2.5 Introdução a Física de Partículas Elementares.

Na história da humanidade, muitos povos tentam responder à pergunta: de que é feita a matéria? As primeiras hipóteses sobre essa pergunta remontam a 5 mil anos e a história por trás desta pergunta é parte essencial da história cultural da humanidade, porque faz parte da própria história do pensamento (CARUSO, 2012).

A ideia de átomo, também intitulada teoria atomística, teve sua origem na Grécia no quinto século antes de Cristo pelos pensadores Leucipo e Demócrito. Eles acreditavam que o universo tinha uma constituição elementar, chamada de átomo, onde essa partícula era indivisível, invisível, impenetrável e portadora de movimento próprio (NUCLEAR, 2017).

Anjos e Natele (2005) explicam que no século 17, Isaac Newton (1642-1727) propôs que a matéria fosse formada por corpúsculos, essa teoria ganhou notoriedade no ano de 1802, quando seu conterrâneo John Dalton, formalizou que tudo era formado por átomos, anos depois surge o modelo atômico de Dalton, também conhecido pelo modelo da bola de bilhar. Na época, essas publicações geraram um debate na Inglaterra no final do século 19, porque os dois cientistas eram influentes e renomados.

No final do século XIX existiam duas hipóteses sobre a natureza dos raios catódicos. A primeira hipótese defendida pelos Físicos Eugen Goldstein (1850-1930), Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) e Philipp Eduard Anton von Lenard (1862-1947), considerava que o fenômeno observado era como a luz, a partir da vibração do éter (DAS NEVES *et al.*, 2021). Agustin Jean Fresnel (1788-1827) propôs que o éter preenchia todos os espaços do universo quando estava em repouso, em regiões sem matéria, a propagação da luz era em forma de ondas sob o éter em repouso (MARTINS, 2012).

A segunda hipótese de Sir Willian Crookes (1832-1919) e J. J. Thomson, considerava que os raios catódicos eram formados por matéria que movia-se em altas velocidades e carga negativa (DAS NEVES *et al.*, 2021). Então, em 1898, o físico Joseph Thomson, concluiu através de experimentos, que os raios catódicos eram partículas subatômicas de carga negativa, os elétrons. O elétron foi a primeira partícula a ser descoberta, então, o átomo teria sido fragmentado, mostrando que



era divisível e sua estrutura se assemelhava a um pudim de passas (ANJOS ; NATALE, 2005).

Ernest Rutherford nasceu na Nova Zelândia em 1871, onde estudou até seu doutorado sobre magnetização do ferro. Depois, ele começou a estudar as emissões radioativas do urânio na universidade de Cambridge. Com seus colaboradores, percebeu a diferença entre as partículas alfa e beta, esclarecendo as propriedades das partículas alfa, fazendo testes de decaimento e recuperação de radioelementos com o tório. Posteriormente realizou experimentos com Hans Geiger, em 1908, concluindo que as partículas alfa eram átomos de hélio ionizados. Com isso, ele buscou utilizar no estudo do átomo, já que as emissões de partículas alfa eram de natureza atômica (MARQUES ; CALUZI, 2003).

Então, em 1911 realizou um experimento onde ele incidiu partículas alfa que são portadoras de carga positiva em um folha tênue de ouro. As partículas alfa correspondem ao átomo de hélio e são produzidas a partir do decaimento do Rádio. Rutherford supôs que essas partículas eram extremamente pequenas em relação às dimensões do átomo. Através de um bombardeamento de partículas alfa na fina folha de ouro, pôde-se observar os ângulos de espalhamento, fornecendo detalhes importantes sobre a estrutura atômica (DA SILVA, 1997).

Rutherford continuou suas pesquisas e em 1920 descobriu a partícula próton. Ainda nesta época escreveu um artigo intitulado *Bakerian lecture: Nuclear Constitution of Atoms* onde ele descreve a possibilidade de haver uma partícula neutra com massa similar à do próton. A hipótese da existência de uma partícula neutra era baseada na estabilidade do átomo, no momento do experimento havia mais prótons que elétrons, contradizendo a estabilidade do núcleo. Os pesquisadores Irène Joliot-Curie (1897-1956), Frédéric Joliot (1900-1958) e outros, produziram experimentos que serviram de base para os estudos de James Chadwick (1891-1974), assim, Chadwick produziu experimentos para confirmar a presença dessa partícula neutra (CHADWICK, 1932).

De acordo com Tipler (2001), Niels Bohr em 1913, descreveu um modelo para o átomo de hidrogênio a partir dos trabalhos de Planck, Einstein e Rutherford. Seu modelo atômico vem com o intuito de explicar a estabilidade do átomo devido à emissão de radiação dos elétrons. O modelo de Rutherford não explicou a

estabilidade do átomo, pois ele considerou as órbitas dos elétrons como fixas, desconsiderando a aceleração centrípeta dos elétrons em torno do núcleo. O modelo atômico de Bohr é conhecido como o modelo planetário, pela sua similitude com o sistema solar, o núcleo do atômico seria o sol e os elétrons ao redor do núcleo seriam os planetas.

Em 1935, o físico Hideki Yukawa buscou explicar a estabilidade do núcleo atômico, ele acreditava que as interações eram análogas à interação eletromagnética mediada pela troca de fótons. Então, Hideki propôs que na interação hadrônica entre partículas que possuem estrutura interna formada por quarks havia uma partícula no meio, ele chamou essa partícula de méson, é uma palavra de origem grega para “médio”. Ademais, os mésons poderiam ter carga ou serem neutros ( $\pi^+$   $\pi^-$   $\pi^0$ ), possibilitando trocas necessárias entre as partículas nucleares (SOUZA *et al.*, 2019).

A técnica de emulsões nucleares foi utilizada por 50 anos na Europa, Estados Unidos e Japão. O ápice desse experimento foi na década de 1940, onde foi essencial para descobrir novas partículas elementares (VIEIRA ; VIDEIRA, 2011).

No ano de 1946 em Bristol, na Inglaterra, os físicos Cecil Powell, Giuseppe Occhialini e o brasileiro César Lattes buscam comprovar a existência dos mésons. Quando chega à Inglaterra, Lattes começa a trabalhar em uma pesquisa sobre emulsões nucleares para a radiação cósmica. Lattes já conhecia o estudo da radiação cósmica e solicitou ao fabricante que incluísse o elemento químico boro nas chapas de emissões nucleares, ele acreditava que essa inclusão possibilitaria a observação dos nêutrons (VIDEIRA; VIEIRA, 2016).

O grupo de pesquisadores em Bristol conseguiram comprovar a existência do méson pi, também chamado de píon, e o méson previsto por Hideki Yukawa em 1935, responsável por mediar a força forte. Os resultados desta pesquisa foram publicados na revista *Nature* em 1947 e 1948 (VIDEIRA; VIEIRA, 2016).

Em 1930, Wolfgang Pauli (1900-1958) escreveu uma carta para os participantes de um congresso que ele não pôde participar, ele sugeriu que no decaimento beta havia a emissão de uma segunda partícula. Essa partícula foi nomeada por ele de “nêutron” (depois ficou conhecido como neutrino por causa da

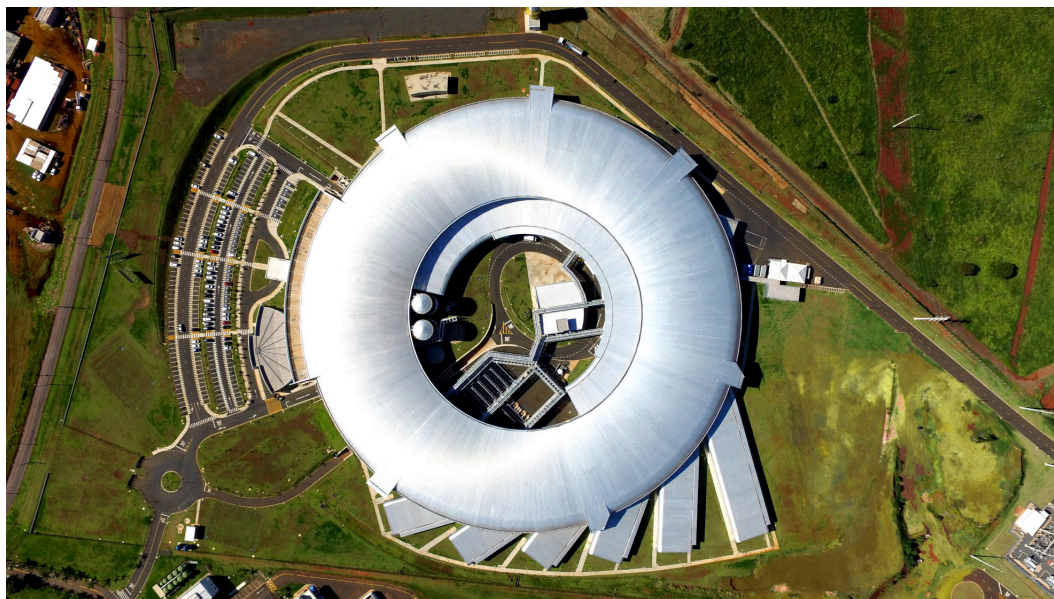
sua massa praticamente nula) por não ter carga. O neutrino foi detectado 23 anos após a proposta de Pauli, em uma experiência realizada pelos físicos Clyde Cowan (1919-1974) e Frederick Reines (1918-1998) na central nuclear de Savannah River, Carolina do Sul, Estados Unidos. A dificuldade de detectar o neutrino está na sua baixa capacidade de interação com a matéria, mesmo sendo uma das partículas mais numerosas do universo, estima-se que em  $1\text{ cm}^2$ , haja 40 milhões de neutrinos (SAMPAIO, 2017).

Com o descobrimento de várias partículas veio a necessidade de desenvolver um sistema para classificá-las. Em 1961 Murray Gell-Mann (1929-2019) e Yuval Ne'eman (1925-2006) sugeriram a possibilidade de reunir as partículas em famílias, baseado em certas propriedades. As partículas foram agrupadas em multipletos e os hádrons (prótons e nêutrons) seriam formados por três blocos fundamentais da matéria. O próton seria formado por duas partículas *a* e uma *b* (próton=*aab*), já o nêutron era formado por uma partícula *a* e duas partículas *b* (nêutron=*abb*) (PEDUZZI, 2019).

Então, em 1963 Murray Gell-Mann e George Zweig em artigos distintos propuseram que os hádrons eram compostos de partículas elementares, Mann chamou essas partículas de quarks e Zweig de ases (PEDUZZI, 2019).

Os aceleradores de partículas foram essenciais para a configuração atual do modelo padrão descrevendo as forças fundamentais da natureza (forte, fraca e eletromagnética) e as partículas fundamentais que constituem a matéria. O estudo das colisões entre partículas foi responsável pela previsão e descoberta de novas partículas e suas interações fundamentais. O maior acelerador de partículas é o LHC/CERN na Suíça, ele é o maior e mais moderno do mundo. No Brasil, temos o acelerador de partículas Sirius, ele está localizado em Campinas-SP e faz parte do Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM).

**Figura 3:** Acelerador de partículas Brasileiro.



Fonte: <https://lnls.cnpem.br/sirius/>

No maior acelerador de partículas do mundo, em 4 de julho de 2012, foi descoberta a partícula Bóson de Higgs, uma partícula prevista em 1964 pelo físico escocês Peter Higgs (1929-2024). Sua massa estava em torno de 125 e 126 GeV, decaindo em pares de fótons com spin 0 ou 2. O bóson de Higgs é uma partícula bosônica, possuindo um spin inteiro, e é responsável por explicar a massa de todas as partículas (SAMPAIO, 2017).

No estudo da Física de Partículas, há quatro forças fundamentais que são: força forte, força fraca, força eletromagnética e força gravitacional. Elas são tidas e separadas de acordo com seu nível de atuação.

A interação forte é a força que mantém os prótons e nêutrons estáveis no núcleo atômico. Ela atua somente com os hádrons. A partícula responsável pela interação forte é o glúon, eles são o quanta do campo forte (MOREIRA, 2004).

A força fraca é encarregada pelo decaimento de partículas como nêutrons e múons, e também o comportamento dos neutrinos. As partículas responsáveis pela interação fraca são bósons  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z^0$ , essas partículas são o quanta e mediam a interação fraca (MOREIRA, 2004).

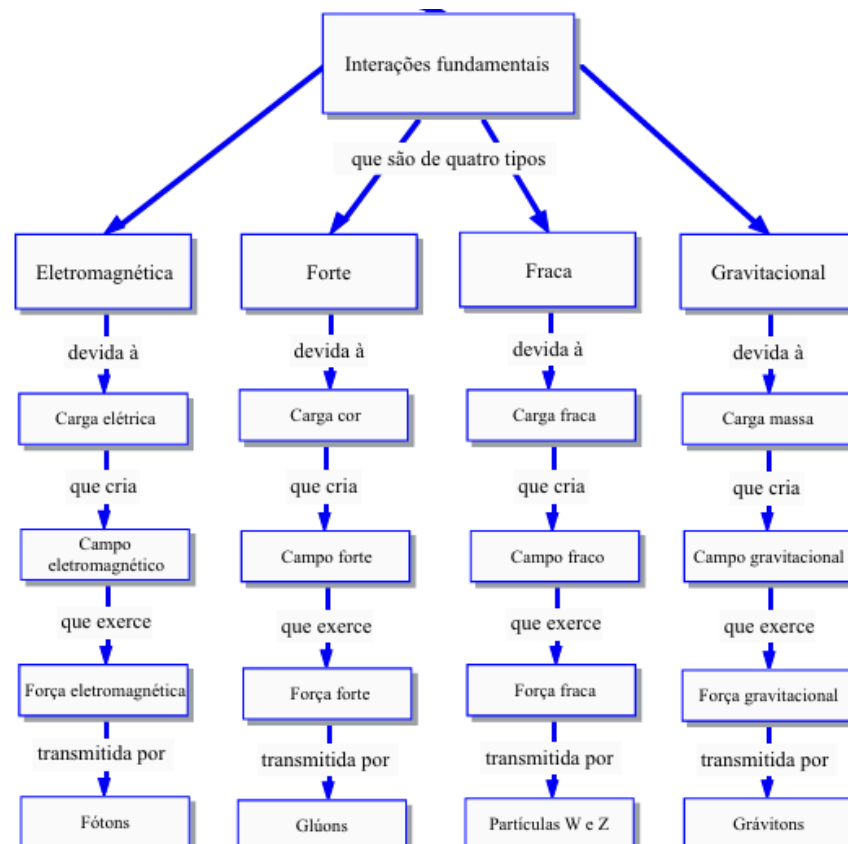
Na interação eletromagnética, há uma relação entre as cargas elétricas das partículas. Os elétrons e prótons são partículas que interagem dessa forma, como

essas partículas possuem cargas opostas eles se atraem. Já partículas de cargas iguais se repelem. Partículas como os nêutrons e neutrinos que não possuem carga, não interagem eletromagneticamente. A partícula mediadora dessa força é o fóton virtual (OSTERMANN, 1999).

A interação gravitacional é a força mais fácil de enxergar no dia a dia, inicialmente proposta por Isaac Newton (1643-1727) e aprofundada por Albert Einstein (1879-1955). Qualquer corpo que possua massa é afetado pela força gravitacional, mas há uma dificuldade experimental de explicar a gravidade (quântica). Apesar do modelo padrão propor uma partícula bosônica, o gráviton, para elucidar a interação gravitacional, o modelo padrão não descreve sua interação (PIMENTA *et al.*, 2013).

Destacamos abaixo um mapa conceitual com as informações sobre as quatro interações fundamentais da natureza, criado por Moreira (2004).

**Figura 4:** Mapa conceitual das interações fundamentais.



**Fonte:** Moreira (2009)

O Modelo Padrão da física de partículas é uma das teorias mais bem sucedidas da Física. Ela é a teoria que melhor explica o desenvolvimento da matéria (MOREIRA, 2009). De acordo com Griffiths (2020):

A Física de partículas estuda os constituintes elementares da matéria e da radiação, além de suas interações. É também chamada de física de altas energias, porque muitas partículas elementares só podem ser criadas através de altos níveis de energia. Desta forma há a necessidade de aceleradores de partículas de alta potência para a realização de pesquisas nesse ramo e para detecção destas partículas. A teoria quântica de campos, tem sido o campo de pesquisa que abrange o estudo da física de partículas. (GRIFFITHS, 2020).

O modelo padrão possui partículas fundamentais que são os constituintes da matéria. Esses componentes da matéria são chamados de: bósons, quarks e léptons. Na figura abaixo, temos uma tabela que mostra o modelo das partículas elementares.

**Figura 5:** Modelo padrão da Física de Partículas.

|                |                                             |                                          |                                         |                          |                               |
|----------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| massa →        | $\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$               | $\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$          | $\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$        | 0                        | $\approx 126 \text{ GeV}/c^2$ |
| carga →        | 2/3                                         | 2/3                                      | 2/3                                     | 0                        | 0                             |
| spin →         | 1/2                                         | 1/2                                      | 1/2                                     | 1                        | 0                             |
|                | <b>u</b><br>up                              | <b>c</b><br>charm                        | <b>t</b><br>top                         | <b>g</b><br>glúon        | <b>H</b><br>bóson de Higgs    |
| <b>QUARKS</b>  | $\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$               | $\approx 95 \text{ MeV}/c^2$             | $\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$          | 0                        |                               |
|                | -1/3                                        | -1/3                                     | -1/3                                    | 0                        |                               |
|                | 1/2                                         | 1/2                                      | 1/2                                     | 1                        |                               |
|                | <b>d</b><br>down                            | <b>s</b><br>strange                      | <b>b</b><br>bottom                      | <b>γ</b><br>fóton        |                               |
|                | $0.511 \text{ MeV}/c^2$                     | $105.7 \text{ MeV}/c^2$                  | $1.777 \text{ GeV}/c^2$                 | $91.2 \text{ GeV}/c^2$   |                               |
|                | -1                                          | -1                                       | -1                                      | 0                        |                               |
|                | 1/2                                         | 1/2                                      | 1/2                                     | 1                        |                               |
|                | <b>e</b><br>elétron                         | <b>μ</b><br>múon                         | <b>τ</b><br>tau                         | <b>Z</b><br>bóson Z      |                               |
| <b>LÉPTONS</b> | $< 2.2 \text{ eV}/c^2$                      | $< 0.17 \text{ MeV}/c^2$                 | $< 15.5 \text{ MeV}/c^2$                | $80.4 \text{ GeV}/c^2$   |                               |
|                | 0                                           | 0                                        | 0                                       | ±1                       |                               |
|                | 1/2                                         | 1/2                                      | 1/2                                     | 1                        |                               |
|                | <b>ν<sub>e</sub></b><br>neutrino do elétron | <b>ν<sub>μ</sub></b><br>neutrino do múon | <b>ν<sub>τ</sub></b><br>neutrino do tau | <b>W</b><br>bóson W      |                               |
|                |                                             |                                          |                                         | <b>BÓSONS DE CALIBRE</b> |                               |

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/modelo-padrao-fisica-particulas.htm>

Existem seis léptons (elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon e neutrino do tau) e seis quarks (up, charm, top, down strange e bottom), os quarks possuem uma propriedade física chamada cor, cada um possui três cores, que são: vermelho, verde e azul. Além dessas partículas elementares, têm as partículas mediadoras chamadas de bósons que podem não possuir massa, mas tem energia e interagem com os léptons, quarks e hádrons. No total, existem 18 quarks, 12 léptons e 12 partículas mediadoras. Para toda partícula fundamental há uma antipartícula, como é mostrado na tabela abaixo.

**Quadro 3:** Tabela das partículas e antipartículas.

|            | Partículas                                                           | Antipartículas                                                               | Total |
|------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Léptons    | $e^-, \nu_e, \mu, \nu_\mu, \tau, \nu_\tau$ (6)                       | $e^+, \bar{\nu}_e, \bar{\mu}, \bar{\nu}_\mu, \bar{\tau}, \bar{\nu}_\tau$ (6) | 12    |
| Quarks     | u, d, s, c, b, t (cada quark pode ter 3 cores) ( $6 \times 3 = 18$ ) | $\bar{u}, \bar{d}, \bar{s}, \bar{c}, \bar{b}, \bar{t}$ (18)                  | 36    |
| Mediadoras | $\gamma, W^+, W^-, Z^0, g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8$ (12) | As antipartículas são as mesmas que as partículas                            | 12    |
| Total      |                                                                      |                                                                              | 60    |

**Fonte:** <https://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf>

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO MNPEF.

A introdução de Física de Partículas no ensino básico traz um cenário coerente de toda a Física, contribuindo para o entendimento adequado do trabalho científico, mostrando que o desenvolvimento da ciência não é linear. Conhecer o desenvolvimento da Física evidencia as limitações da Física Clássica, possibilitando esclarecer seus problemas da época e as soluções que foram propostas, assim, surgindo a FM e posteriormente a Física de Partículas (DA SILVA NETO, 2011).

No ensino médio, a Física de Partículas constitui um grande desafio, mas está sendo explorada através de trabalhos acadêmicos envolvendo sequências didáticas, jogos didáticos e práticas inovadoras. Esses trabalhos são desenvolvidos em pós - graduação em Ensino de Física. Destacamos abaixo alguns trabalhos desenvolvidos no Mestrado Nacional em Ensino de Física (MNPEF) e um quadro dividido em quatro tópicos, que são: Autor, Ano, Título e Produto desenvolvido.

➤ *Investigando o grande mundo das pequenas partículas: uma proposta para ensinar física de partículas no ensino médio (2024)* trouxe como produto educacional uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre física de partículas. Esse material é composto por uma cartilha que começa com a concepção de matéria até o Modelo Padrão e aparatos tecnológicos de detecção.

➤ *A inserção de tópicos de física de partículas no ensino médio utilizando a técnica SCALE-UP (2022)* incluiu uma adaptação da metodologia ativa SCALE - UP (Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs) para promover um maior engajamento dos estudantes. O trabalho utiliza Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como alternativa para inserir para inserir tópicos de Física de Partículas no Ensino Médio.

➤ *O ensino das partículas elementares a partir de uma sequência didática (2020)* desenvolveu uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa dividida em quatro unidades didáticas visando auxiliar o aprendizado de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. A proposta traz reflexões sobre contexto escolar e formação de professores.

➤ *Física moderna e contemporânea no ensino médio: análise da utilização de um jogo em uma sequência didática sobre partículas fundamentais e elementares numa perspectiva sócio-histórica (2018)* aplicou um jogo de dominó sobre Física de Partículas baseado na teoria sócio-histórica de Vygotsky. O produto educacional mostrou-se eficaz, contribuindo para a aprendizagem do tema, além do desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos estudantes, como percepção, motivação, memória, criatividade e capacidade de planejamento.

➤ *Inserção de conceitos de física de partículas elementares no ensino médio por meio de um material paradidático (2016)* desenvolveu um material paradidático para aproximar os estudantes do Ensino Médio da Física de Partículas. Os resultados obtidos foram satisfatórios para suprir a demanda de matérias sobre o tema.



**Quadro 4:** Trabalhos sobre Física de Partículas no Ensino Médio.

| <b>Autor</b>                   | <b>Ano</b> | <b>Título</b>                                                                                                                                                                                          | <b>Produto Desenvolvido</b>                                  |
|--------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Oliveira, Larissa de Sousa     | 2024       | <b><i>Investigando o grande mundo das pequenas partículas: uma proposta para ensinar física de partículas no ensino médio.</i></b>                                                                     | Livreto / UEPS sobre Física de Partículas.                   |
| Medeiros, Larissa Veríssimo de | 2022       | <b><i>A inserção de tópicos de física de partículas no Ensino Médio utilizando a técnica SCALE-UP.</i></b>                                                                                             | Sequência didática baseada no modelo SCALE-UP.               |
| Moura Júnior, Orlando Leite de | 2020       | <b><i>O ensino das partículas elementares a partir de uma sequência didática.</i></b>                                                                                                                  | Sequência didática em quatro unidades.                       |
| Jesus, Griscele Souza de       | 2018       | <b><i>Física moderna e contemporânea no ensino médio: análise da utilização de um jogo em uma sequência didática sobre partículas fundamentais e elementares numa perspectiva sócio-histórica.</i></b> | Jogo “Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares”.     |
| Sousa, Willian Ferreira de     | 2016       | <b><i>Inserção de conceitos de física de partículas elementares no ensino médio por meio de um material paradidático.</i></b>                                                                          | Material paradidático específico sobre Física de Partículas. |

Fonte: Autor (2025).

No Ensino Fundamental os trabalhos sobre o tema são escassos. A Física de Partículas no 9º ano pode se encaixar de forma introdutória partindo de modelos atômicos, com a ideia de que tudo é formado por pequenas partículas, evidenciando a evolução dos modelos atômicos e a existência de outras partículas subatômicas, além dos prótons, nêutrons e elétrons. O uso desses modelos podem contribuir para o ensino de Física, sobre o que são esses modelos na ciência, já que são utilizados para tentar explicar a natureza da matéria, por não ter acesso claro à natureza (SIQUEIRA, 2006).

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÃO**

Para este trabalho propusemos a produção de um material para introduzir a Física de partículas no ensino fundamental. Assim, para obtermos resultados do impacto desse produto educacional no 9º ano do ensino fundamental, utilizamos uma metodologia qualitativa e quantitativa por meio de questionários.

A pesquisa qualitativa vem adquirindo maior valorização no tema educação e ensino de ciências, diante da complexidade, dinâmica e análise de dados dos fenômenos envolvidos (Schneider, 2017). E segundo Mól (2017):

A pesquisa qualitativa compreende a ciência como uma área do conhecimento que é construída pelas interações sociais no contexto sociocultural que as cercam. Por isto, seu foco é compreender os significados dos fenômenos a partir de quem os vivenciam, considerando tempos e espaços de atuações e reflexões. Compreende, portanto, que a Ciência é uma área de conhecimento produzida por seres humanos que significam o mundo e seus fenômenos (MÓL, 2017).

A sequência didática foi realizada em uma escola de ensino fundamental, pelo turno da tarde, localizada na zona agreste do Estado de Pernambuco. O perfil dos estudantes para aplicação das atividades foi de concluintes do ensino fundamental (9º ano), com a faixa etária entre os 14 e 15 anos, a turma composta por 19 estudantes. Dentre os estudantes participantes, nenhum possui conhecimento sobre Física de Partículas, mas possuem um conhecimento base de átomos e modelos atômicos. A partir desta análise do público alvo, nosso objetivo foi verificar se a partir dos conhecimentos prévios adquiridos sobre átomos e modelos atômicos os estudantes conseguiriam compreender e assimilar conceitos básicos de Física de Partículas.

##### **4.1 Aplicação do produto educacional**

A temática discutida na sequência didática foi uma introdução à Física de Partículas, sendo organizada numa sequência de atividades.

Para esta sequência destacamos a utilização de recursos didáticos como: questionários de avaliação, material multimídia para aprofundamento da parte conceitual, interações dos estudantes através de mapas mentais e jogos didáticos.

Apresentamos abaixo, as etapas da sequência didática:

**Quadro 5:** Etapas da sequência didática.

| <b>Etapas</b> ▾ | <b>Sequência de Atividade</b> ▾                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>1ª</b>       | <b>Aplicação do questionário de conhecimentos prévios</b>       |
| <b>2ª</b>       | <b>Mapas mentais e introdução a física de partículas</b>        |
| <b>3ª</b>       | <b>Aceleradores de partículas</b>                               |
| <b>4ª</b>       | <b>Interações fundamentais</b>                                  |
| <b>5ª</b>       | <b>Modelo padrão</b>                                            |
| <b>6ª</b>       | <b>Aplicação do jogo de tabuleiro - Física de Partículas EF</b> |
| <b>7ª</b>       | <b>Aplicação do questionário conclusivo</b>                     |

**Fonte:** Autor (2024).

Apresentamos abaixo a descrição de cada etapa do produto educacional:

Na primeira etapa buscamos identificar os conhecimentos prévios dos estudantes através de um questionário (as perguntas serão apresentadas no produto educacional e na análise do questionário, seção 4.1) com 10 perguntas sobre o conteúdo abordado na primeira unidade. Durante o tempo de uma hora - aula (50 minutos), os estudantes não teriam acesso a materiais de apoio, seja no formato impresso, digital (smartphone ou tablet) ou o próprio caderno, e não seria permitido realizar troca de informações entre si. O objetivo do questionário é identificar os conceitos de átomo e modelos atômicos de maior conhecimento e com o maior percentual de acertos, a partir dos acertos, serão traçadas estratégias metodológicas para inserir tópicos de Física de partículas.

A segunda etapa, foi mostrado o conceito de mapa mental e exposição de exemplos, foi introduzido essa ferramenta para que os estudantes criassem mapas mentais em cada aula conceitual sobre o conteúdo. O primeiro conteúdo abordado foi uma introdução à física de partículas, utilizando 3 horas-aula (150 minutos), onde foi discutido o contexto histórico das primeiras ideias sobre o átomo até o bóson de Higgs, para auxiliar no conteúdo foi utilizado imagens e vídeos e no final da aula os estudantes construíram mapas mentais.

**Figura 6:** Aula sobre introdução a Física de Partículas.



**Fonte:** Autor (2024).

Para a terceira etapa seguimos o mesmo modelo da aula anterior, o conteúdo explorado foi sobre aceleradores de partículas, onde discutimos em 1 hora-aula (50 minutos) sobre os aceleradores como aparato científico e tecnológico utilizado para comprovar as partículas vistas na aula anterior, para auxiliar no conteúdo foi utilizado imagens e um vídeo. Abordamos os aceleradores LHC, Fermilab e o Sirius, acelerador de partículas brasileiro, por fim, os estudantes fizeram um mapa mental sobre a aula.

Na quarta foi abordado as interações fundamentais da natureza em 1 hora-aula (50 minutos). Nesta etapa foi indispensável a utilização de um vídeo com animações das interações fundamentais da natureza, as forças eletromagnética e gravitacional, conseguimos abordar com mais facilidade, pois, elas são comuns no dia a dia, em contrapartida as forças forte e fraca são difíceis de imaginar sua atuação, com isso, faz-se necessário um material multimídia (vídeo) para ilustrar essas forças. Ao final do vídeo os estudantes novamente fizeram um mapa mental da aula.

A quinta etapa constituiu na finalização do conteúdo teórico em sala de aula, onde foi discutido sobre o Modelo Padrão da Física de Partículas como a teoria mais avançada e abrangente dessa área. A duração da aula foi de 1 hora - aula (50

minutos), foi utilizado o auxílio de imagens e mapas mentais para apresentar o conteúdo e ao final da aula os estudantes construíram um mapa mental da aula.

Após a construção dos mapas mentais pelos estudantes, chegou a hora de utilizá-los no jogo **Física de Partículas EF**, essa foi sexta etapa, utilizar os mapas mentais para um jogo de tabuleiro com perguntas sobre o conteúdo ministrado.

Iniciamos essa etapa da sequência didática com a formação de grupos de estudantes, sendo a quantidade de alunos definida pelo professor. Para esta sequência, foram organizados três grupos, cada grupo recebeu um tabuleiro e cartas com perguntas sobre o conteúdo visto em sala de aula, após a entrega dos tabuleiros e cartas foram explicadas as regras do jogo.

O jogo tem somente três regras que são:

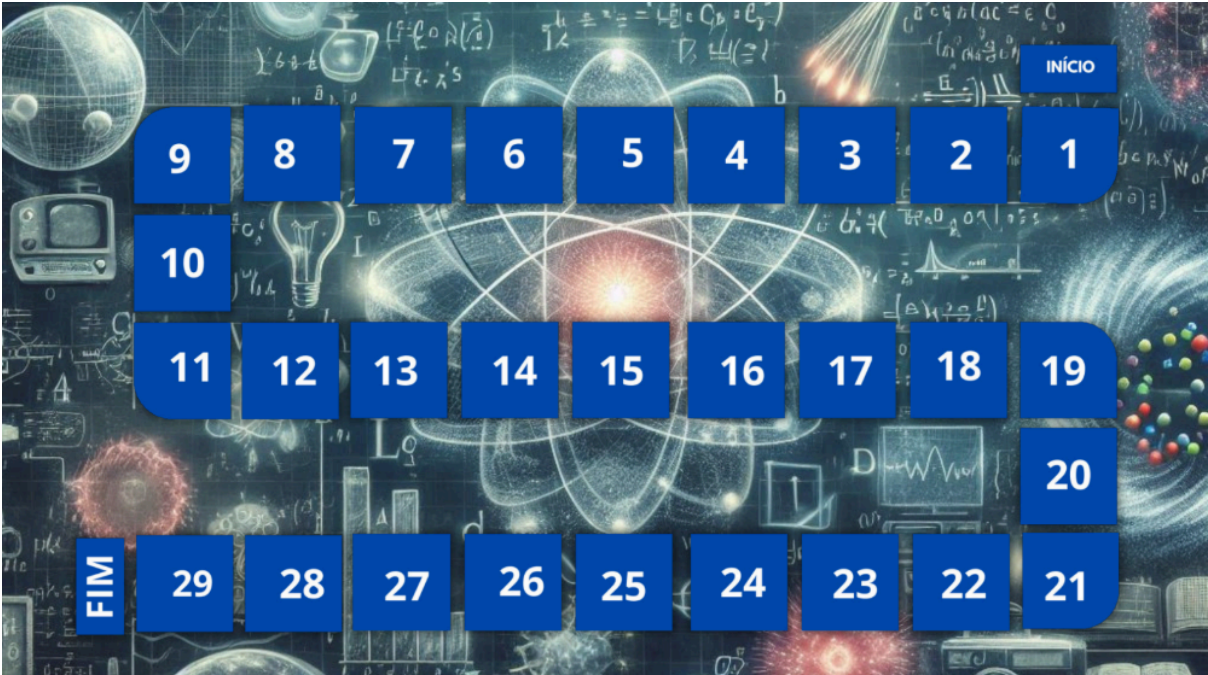
**Primeira:** Para avançar de casa é necessário acertar a pergunta.

**Segunda:** Cada questão que o grupo acertar sem a utilização dos mapas mentais ou ajuda do professor valerá **2 pontos**.

**Terceira:** Cada questão que o grupo acertar utilizando os mapas mentais ou ajuda do professor valerá **1 ponto**.

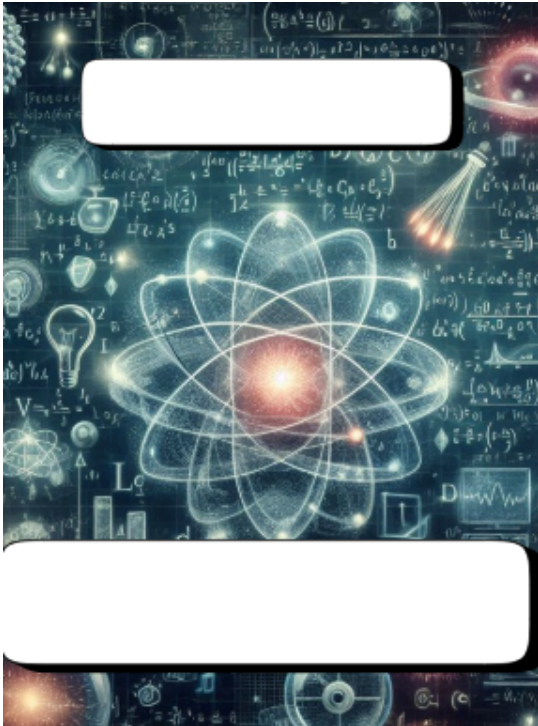
O jogo consiste em um tabuleiro com 29 casas e uma pergunta final, totalizando 30 perguntas, cada casa há uma carta com uma pergunta sobre os conteúdos apresentados em sala de aula. A equipe que conseguir maior pontuação será a campeã do jogo. Vejamos abaixo o modelo do tabuleiro e o modelo de carta.

Figura 7: Modelo do tabuleiro.



Fonte: Autor (2024)

Figura 8: Modelo da carta.



Fonte: Autor (2024)



**Figura 9:** Material em sala de aula.



**Fonte:** Autor (2024).

Ao todo, foram respondidas 30 questões sobre o conteúdo. O professor fica responsável por auxiliar os estudantes em eventuais dúvidas e marcar as pontuações de cada pergunta. Para este registro foi utilizado o excel, como ilustrado na imagem abaixo.

**Quadro 5:** Tabela com as pontuações.

|    | A                 | B                 | C                 | D                    | E                    | F                    |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    | PERGUNTAS         |                   |                   |                      |                      |                      |
| 1  | EQUIPE 1          | EQUIPE 2          | EQUIPE 3          | RESULTADO FINAL EQ1. | RESULTADO FINAL EQ2. | RESULTADO FINAL EQ3. |
| 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 44+8=52              | 40+10=50             | 42+9=51              |
| 3  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 4  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 5  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 6  | 5ª) PONTUAÇÃO: 1  | 5ª) PONTUAÇÃO: 2  | 5ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 7  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 8  | 7ª) PONTUAÇÃO: 1  | 7ª) PONTUAÇÃO: 2  | 7ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 9  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 10 | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 11 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 12 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 13 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 14 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 15 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 16 | 15ª) PONTUAÇÃO: 2 | 15ª) PONTUAÇÃO: 1 | 15ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 17 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 18 | 17ª) PONTUAÇÃO: 2 | 17ª) PONTUAÇÃO: 1 | 17ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 19 | 18ª) PONTUAÇÃO: 2 | 18ª) PONTUAÇÃO: 1 | 18ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 20 | 19ª) PONTUAÇÃO: 2 | 19ª) PONTUAÇÃO: 1 | 19ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 21 | 20ª) PONTUAÇÃO: 1 | 20ª) PONTUAÇÃO: 1 | 20ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 22 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 23 | 22ª) PONTUAÇÃO: 2 | 22ª) PONTUAÇÃO: 1 | 22ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 24 | 23ª) PONTUAÇÃO: 2 | 23ª) PONTUAÇÃO: 2 | 23ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 25 | 24ª) PONTUAÇÃO: 1 | 24ª) PONTUAÇÃO: 2 | 24ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 26 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 27 | 26ª) PONTUAÇÃO: 2 | 26ª) PONTUAÇÃO: 2 | 26ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 28 | 27ª) PONTUAÇÃO: 1 | 27ª) PONTUAÇÃO: 2 | 27ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 29 | 28ª) PONTUAÇÃO: 2 | 28ª) PONTUAÇÃO: 1 | 28ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 30 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 31 | 30ª) PONTUAÇÃO: 2 | 30ª) PONTUAÇÃO: 2 | 30ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |

**Fonte:** Autor (2024).

Com isso, chegamos à sétima etapa da sequência didática, que foi o questionário conclusivo. A partir desses dados decidimos então aplicar o questionário conclusivo para verificar o aprendizado de cada estudante.



## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados são baseados nos questionários aplicados antes e após a sequência didática, verificando respectivamente, os conhecimentos prévios e evolução da aprendizagem. Também será discutido como as atividades propostas da sequência didática (Mapas mentais e o Jogo de Tabuleiro) afetaram o processo de assimilação e evolução dos conhecimentos adquiridos pelos discentes.

### 5.1 Análise do questionário de conhecimentos prévios

O questionário de conhecimento prévio, teve como objetivo verificar o domínio dos estudantes sobre os conteúdos: átomos e modelos atômicos, esses tópicos foram explorados no primeiro bimestre do 9º ano, com 19 estudantes, baseado no conhecimento adquirido pode-se traçar estratégias didáticas para introduzir conceitos de Física de Partículas.

**Figura 10:** Aplicação do questionário de conhecimentos prévios.



Fonte: Autor (2024).

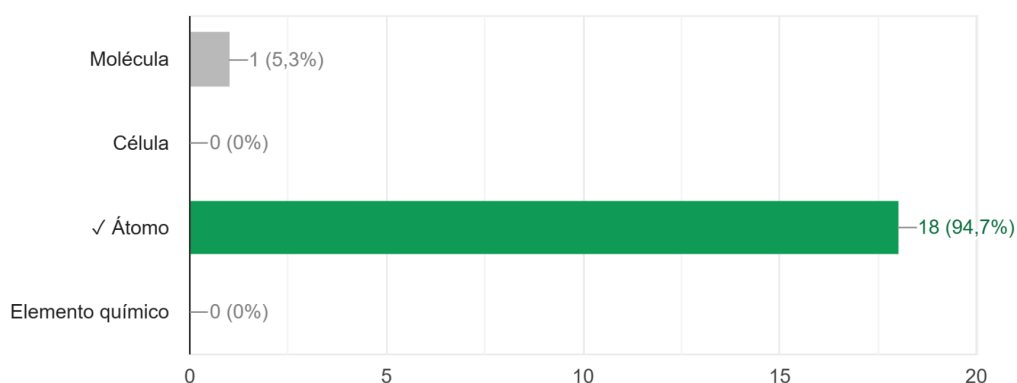
Foram realizadas dez perguntas com alternativas, Com isso, obtivemos as seguintes respostas:

A resposta correta do questionário é representada pela cor verde. Observamos que na primeira pergunta 94,7% da turma compreendeu que o átomo seria a parte que constitui os elementos químicos e 5,3% tem uma dificuldade em associar a dimensão da matéria.

**Figura 11:** Padrão de respostas da questão 1, referente ao questionário de conhecimentos prévios.

1) Como chamamos a partícula que forma os elementos químicos e que pode se ligar a outros para constituir moléculas?

18 / 19 respostas corretas

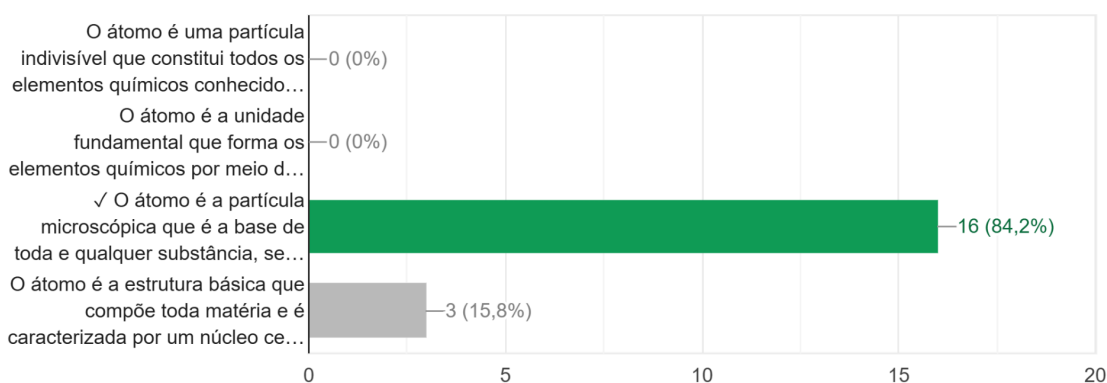


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 12:** Padrão de respostas da questão 2, referente ao questionário de conhecimentos prévios.

2) O que é o átomo?

16 / 19 respostas corretas



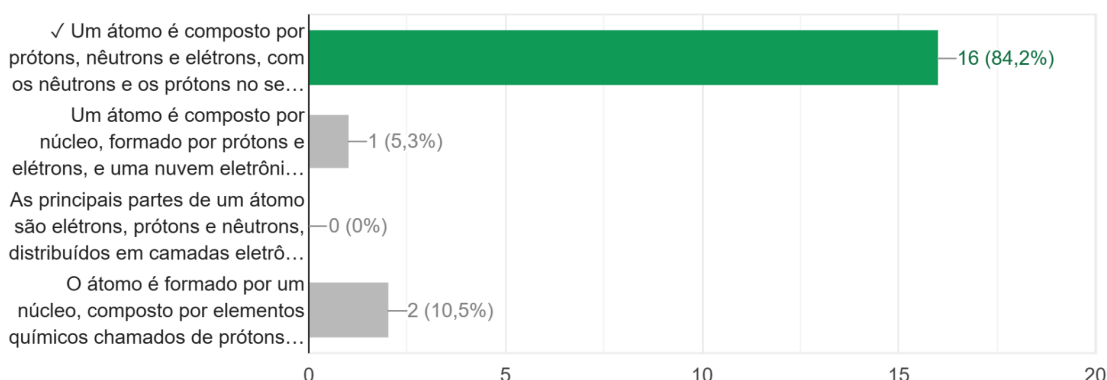
**Fonte:** Autor (2024).

Para a segunda questão vemos um resultado satisfatório, com 84,2% dos estudantes respondendo corretamente a pergunta e 15,8% apresentando uma dificuldade em reconhecer a estrutura interna do átomo.

**Figura 13:** Padrão de respostas da questão 3, referente ao questionário de conhecimentos prévios.

### 3) Quais as principais partes de um átomo?

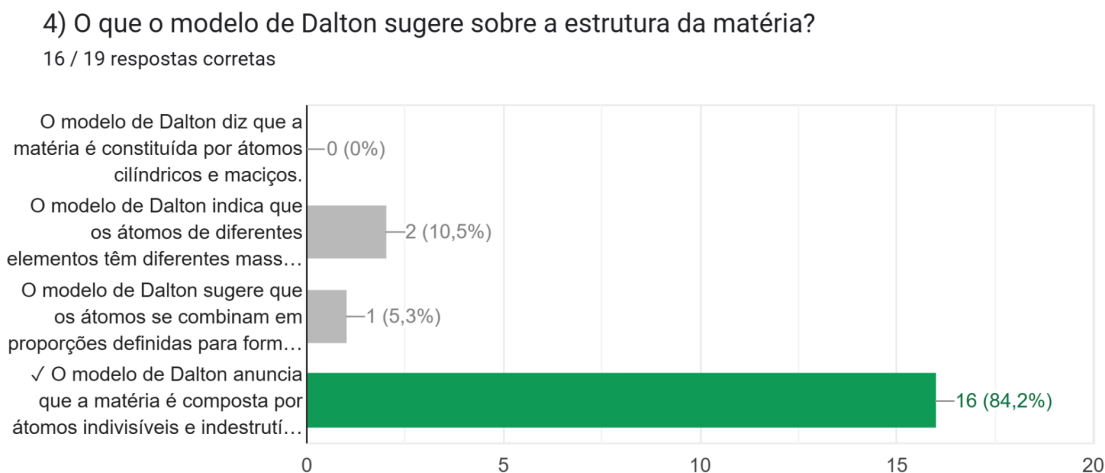
16 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

Para a terceira questão obtivemos 84,2% de acerto e 15,8% de erro, observamos novamente uma pequena dificuldade na parte da estrutura interna da matéria e na nomenclatura, pois, prótons e nêutrons não são elementos químicos.

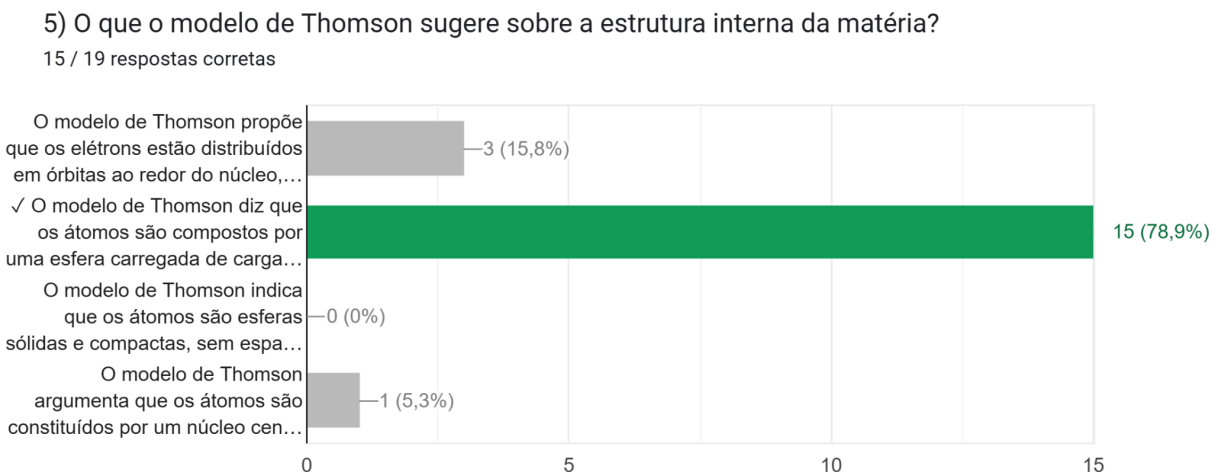
**Figura 14:** Padrão de respostas da questão 4, referente ao questionário de conhecimentos prévios.



**Fonte:** Autor (2024).

Observamos que na questão quatro 84,2% responderam de forma correta e 15,8% erraram essa pergunta. Os estudantes que erraram não compreenderam a teoria de Dalton por completo e erraram por detalhes.

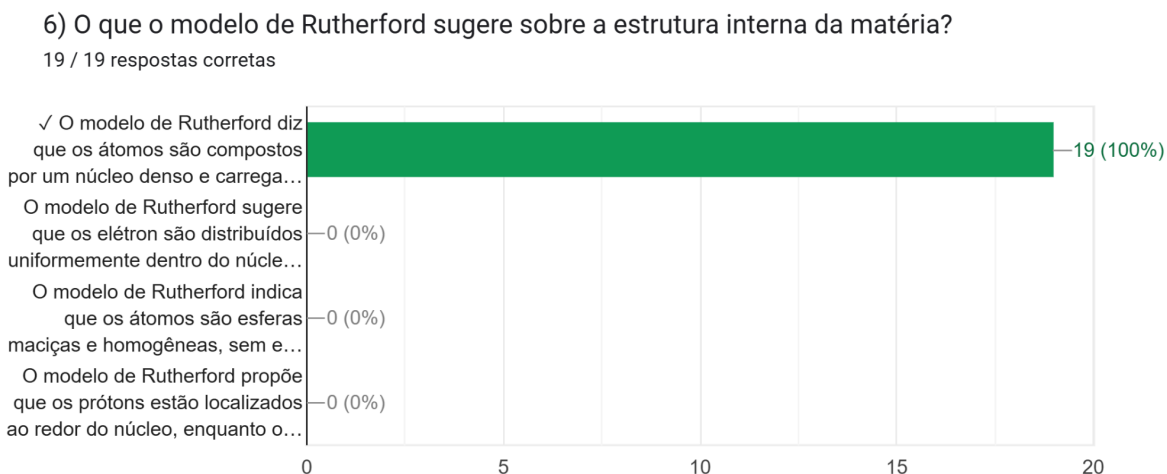
**Figura 15:** Padrão de respostas da questão 5, referente ao questionário de conhecimentos prévios.



**Fonte:** Autor (2024).

Na quinta pergunta 78,9% dos estudantes responderam corretamente e 21,1% erraram essa pergunta, observamos que os estudantes que erraram confundiram com características do modelo de Rutherford com Thomson.

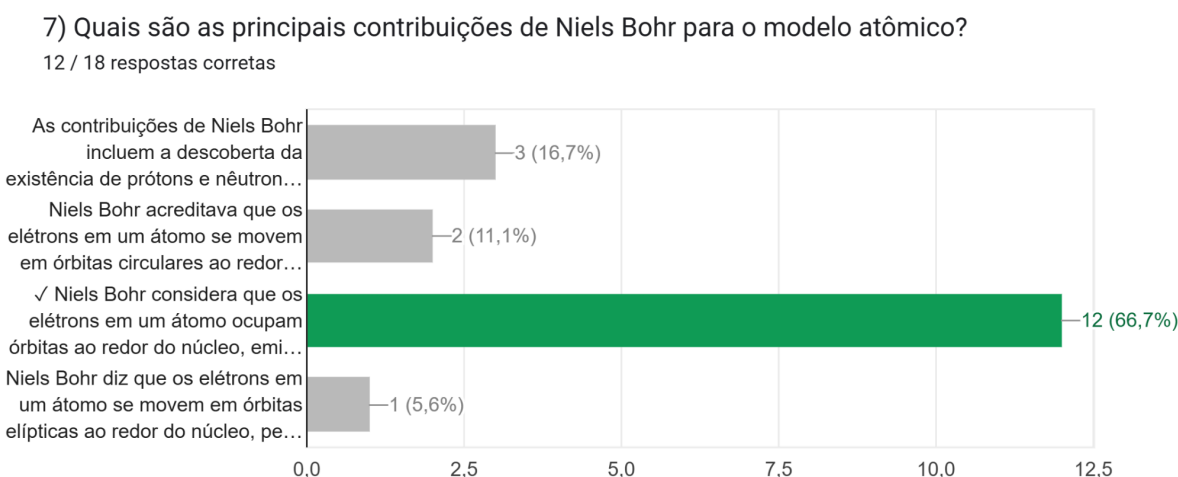
**Figura 16:** Padrão de respostas da questão 6, referente ao questionário de conhecimentos prévios.



**Fonte:** Autor (2024).

Na pergunta de número 6 todos os estudantes acertaram a questão que abordava o modelo atômico de Rutherford.

**Figura 17:** Padrão de respostas da questão 7, referente ao questionário de conhecimentos prévios.



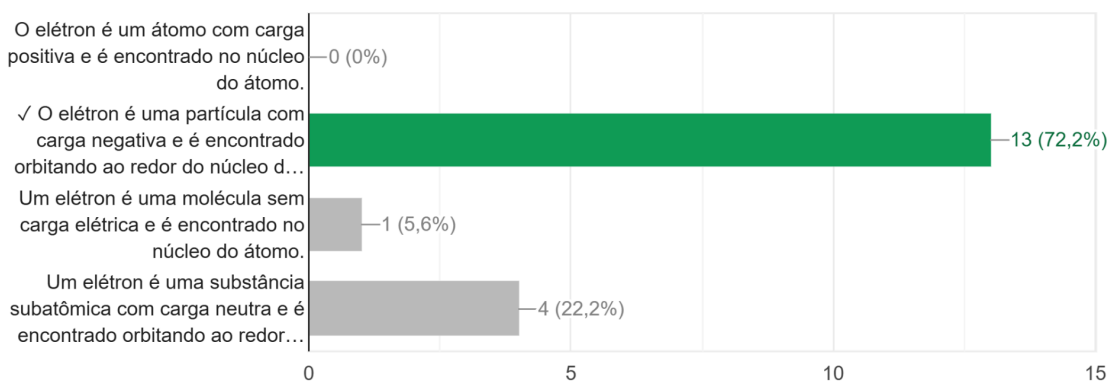
**Fonte:** Autor (2024).

Na sétima questão, onde trata-se do modelo atômico de Bohr, os estudantes obtiveram um percentual de acerto de 66,7% e um percentual de erro de 33,4%. Observamos que os estudantes que erraram acabaram não se atentando aos detalhes do modelo atômico de Bohr.

**Figura 18:** Padrão de respostas da questão 8, referente ao questionário de conhecimentos prévios.

8) O que é um elétron e onde ele é encontrado dentro de um átomo?

13 / 18 respostas corretas



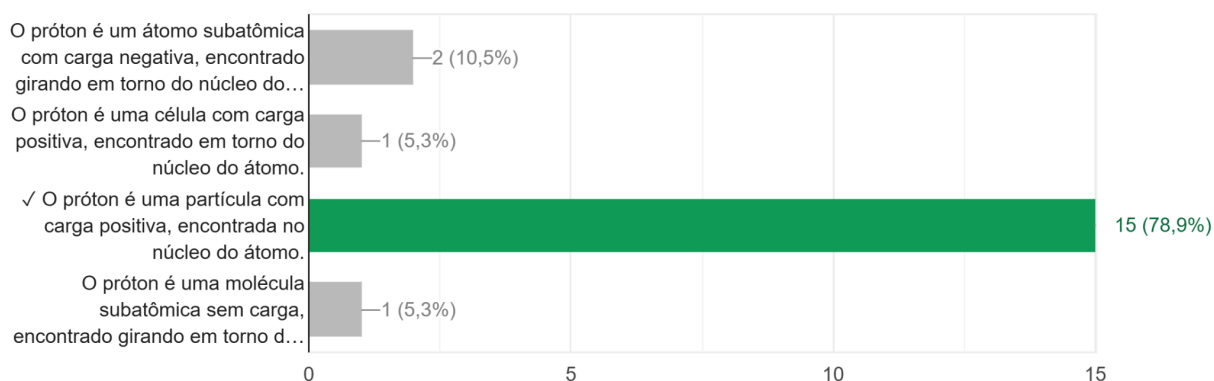
**Fonte:** Autor (2024).

Na questão de número 8, obtivemos um resultado satisfatório de 72,2% de acerto na questão, observamos que 27,8% dos estudantes que têm dificuldades na estrutura dimensional da matéria, confundindo partícula com molécula e substância, também verificamos que eles não levaram em conta a carga da partícula.

**Figura 19:** Padrão de respostas da questão 9, referente ao questionário de conhecimentos prévios.

9) O que é um próton e onde ele é encontrado dentro de um átomo?

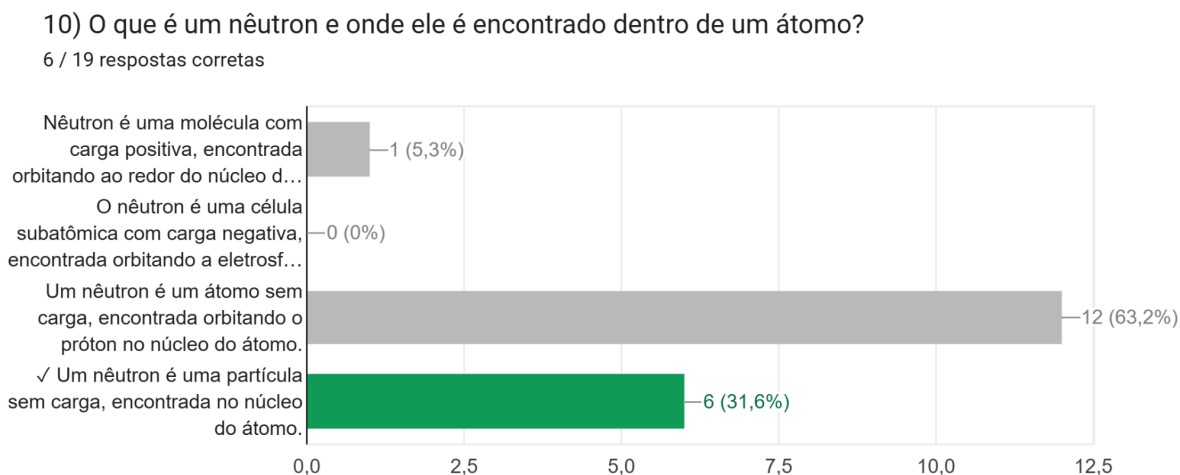
15 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

Podemos observar a mesma dificuldade da oitava questão na pergunta de número nove, onde 21,1% dos estudantes apresentam uma dificuldade na dimensionalidade da matéria e sobre a carga das partículas, em contrapartida, 78,9% dos estudantes acertaram a questão.

**Figura 20:** Padrão de respostas da questão 10, referente ao questionário de conhecimentos prévios.



**Fonte:** Autor (2024).

Na última questão do questionário de conhecimentos prévios, os alunos obtiveram uma margem de acerto de 31,6% e uma margem de erro de 68,5%, essa foi a questão com menor rendimento dos estudantes.

O ensino dos Modelos Atômicos é de difícil abstração e assimilação por parte dos estudantes. Essa dificuldade acontece pelo fato do conteúdo ser submicroscópico, ou seja, professor e aluno não podem tocar e nem podem visualizar, possibilitando uma defasagem na aprendizagem (DE CAMARGO, 2018).

Verificamos que no geral a maioria dos estudantes têm um rendimento satisfatório sobre os temas, a média dos acertos é 77,56% e observamos uma grande dificuldade na questão 10 que fala sobre a localização do nêutron, sua carga e dimensionalidade. A partir desse resultado decidimos dar continuidade a sequência didática, buscando o aprendizado desse novo conteúdo e corrigir as dificuldades apresentadas por alguns estudantes.

## 5.2 Análise dos Mapas mentais

No decorrer da sequência didática os estudantes construíram mapas mentais dos conteúdos abordados. Os mapas mentais foram utilizados como material de apoio ao jogo **Física de Partículas EF**, onde os discentes utilizavam como consulta. Abaixo mostramos alguns exemplos de mapas desenvolvidos pelos estudantes onde classifiquei como mapas “organizados” e mapas “não organizados”.

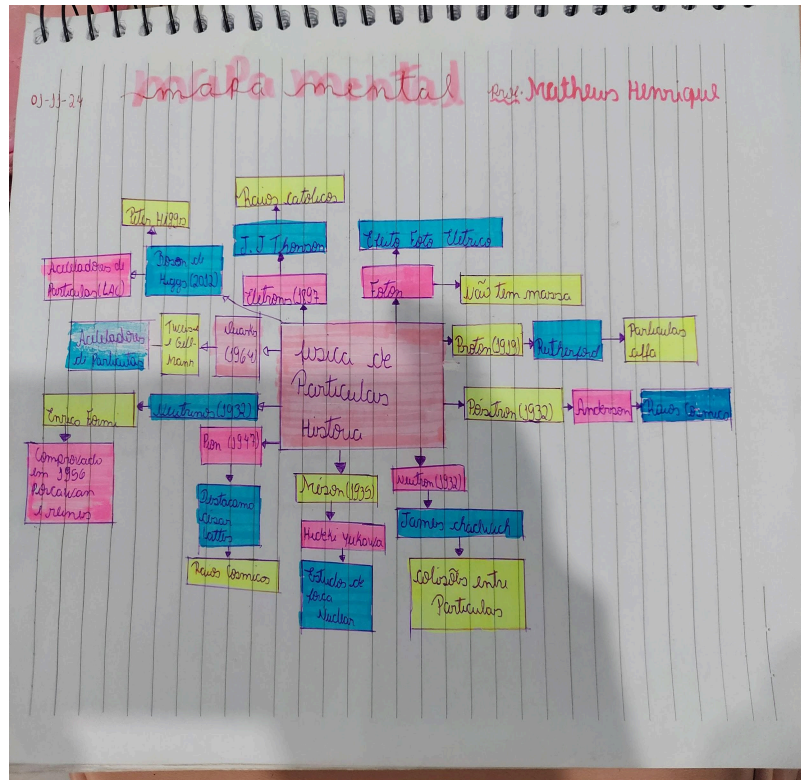
**Figura 21:** Construção dos Mapas Mentais.



**Fonte:** Autor (2024)

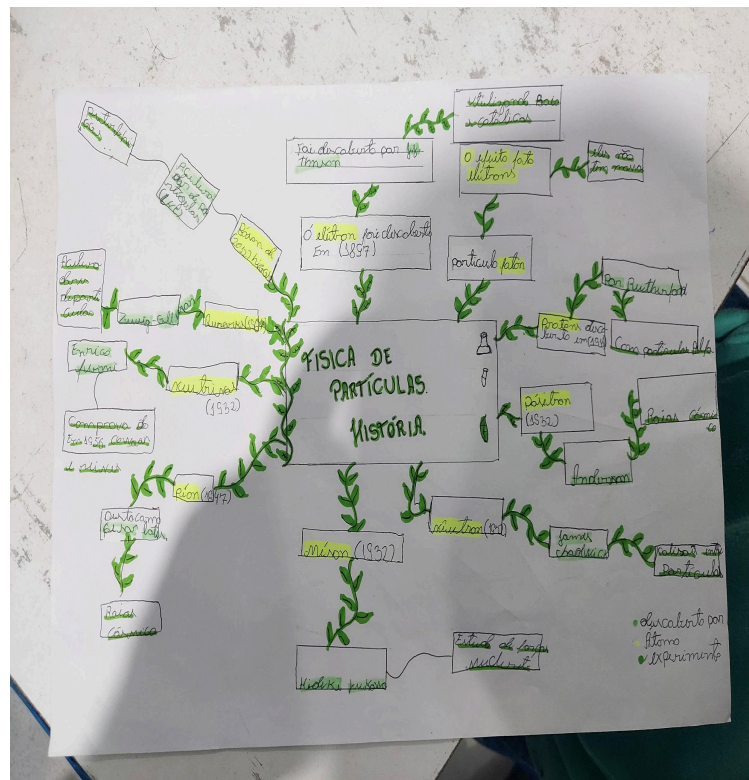


**Figura 22:** Mapa mental “organizado”.



Fonte: Autor (2024).

**Figura 23:** Mapa mental “organizado”.



Fonte: Autor (2024).



A aplicação dos Mapas Mentais nos possibilitou compreender os subsunçores específicos relacionados ao conteúdo abordado na sequência didática. A utilização dos mapas mentais possibilita ao indivíduo, a liberdade de associar seus conhecimentos, representações e cognições (Buzan; Buzan, 1994).

Após a análise dos mapas, ficou claro que a qualidade dos mapas poderiam interferir no jogo. Se alguns estudantes formassem grupos com todos os integrantes possuindo mapas “não organizados” eles poderiam estar em desvantagem, com isso, é necessário que o professor forme os grupos, buscando com que todos os grupos possam interagir com mapas “organizados”.

### 5.3 Análise do questionário final.

Ao final da sequência didática foi realizado um questionário conclusivo para verificar o aprendizado dos estudantes, foram 20 questões sobre os conteúdos abordados em sala de aula. Abaixo mostramos uma análise detalhada das respostas do questionário final.

**Figura 26:** Aplicação do questionário conclusivo.



**Fonte:** Autor (2024).

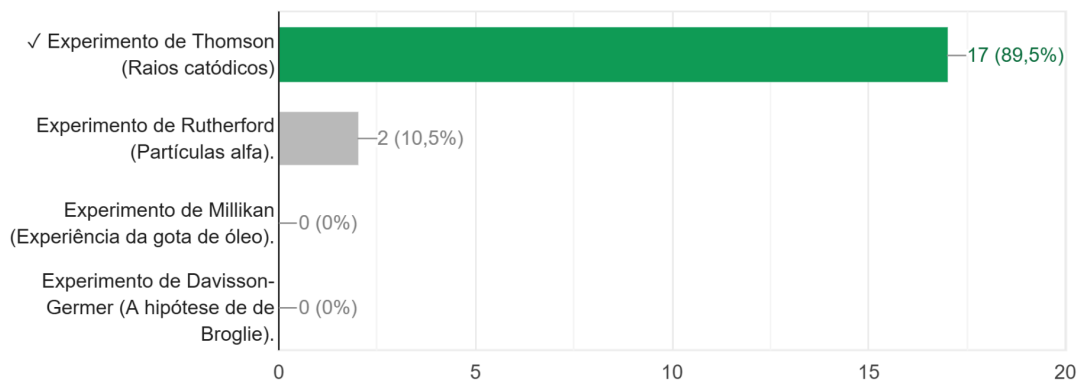
Na primeira e segunda questão obtivemos um resultado satisfatório, com a maioria dos estudantes entendendo o conceito físico e o experimento usado para comprovar o elétron e o pósitron.



**Figura 27:** Padrão de respostas da questão 1, referente ao questionário conclusivo.

1) Qual experimento levou à descoberta do elétron?

17 / 19 respostas corretas

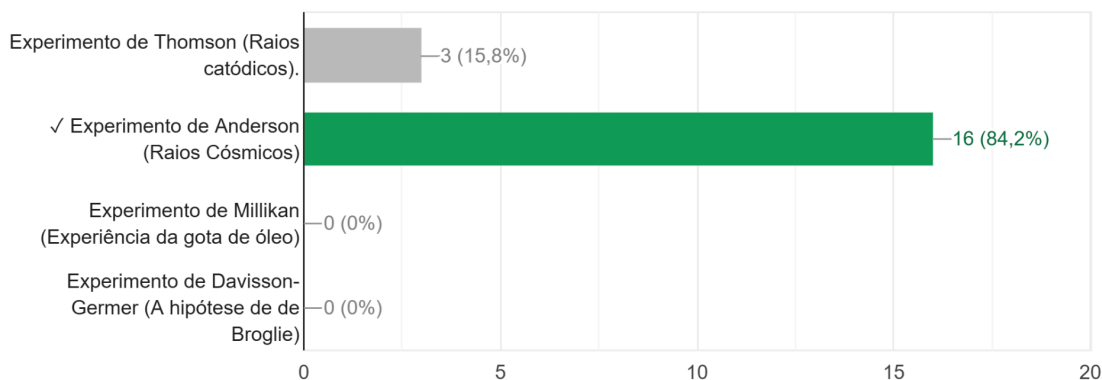


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 28:** Padrão de respostas da questão 2, referente ao questionário conclusivo.

2) Em que experimento o pósitron foi descoberto?

16 / 19 respostas corretas

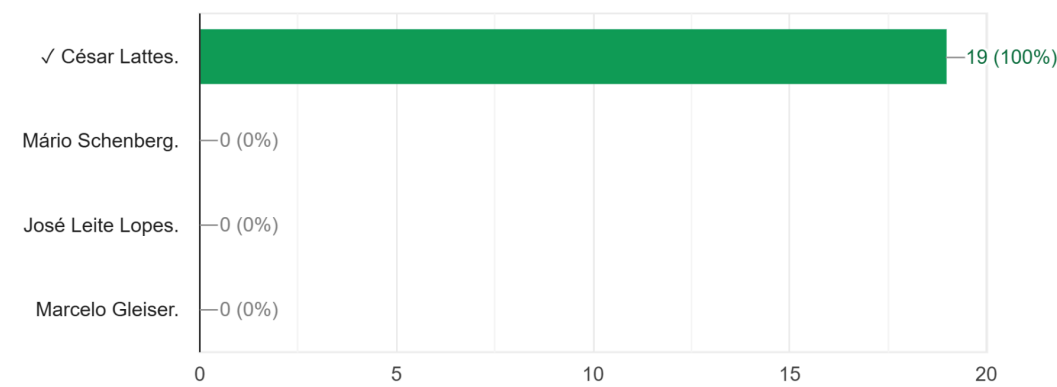


**Fonte:** Autor (2024).

Nas questões 3, 4, 5 e 6 todos os estudantes acertaram, conseguindo compreender quais os físicos envolvidos na descoberta do píon e bóson de higgs, e também os aceleradores de partículas, sendo o LHC responsável pela descoberta do bóson de higgs e o sirius que é o acelerador de partículas brasileiro.

**Figura 29:** Padrão de respostas da questão 3, referente ao questionário conclusivo.

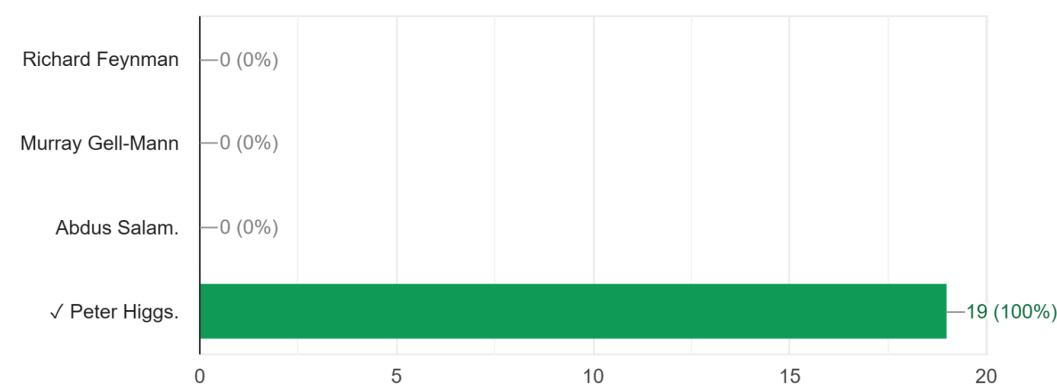
3) Qual foi o Físico brasileiro que contribuiu para o descobrimento da partícula Píon?  
19 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 30:** Padrão de respostas da questão 4, referente ao questionário conclusivo.

4) Qual foi o Físico que propôs a existência dos Bósons de Higgs?  
19 / 19 respostas corretas

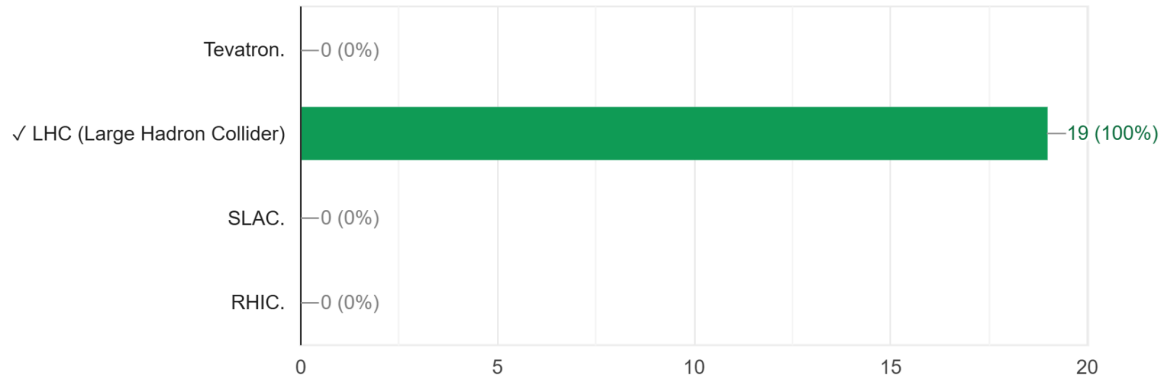


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 31:** Padrão de respostas da questão 5, referente ao questionário conclusivo.

5) Qual é o nome do do acelerador de partículas que foi usado para descobrir o Bóson de Higgs?

19 / 19 respostas corretas

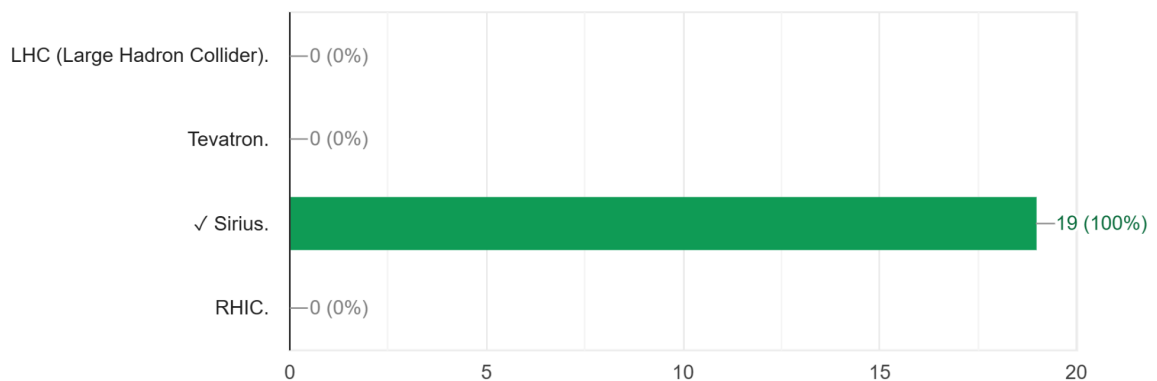


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 32:** Padrão de respostas da questão 6, referente ao questionário conclusivo.

6) Qual é o nome do principal acelerador de partículas do Brasil?

19 / 19 respostas corretas



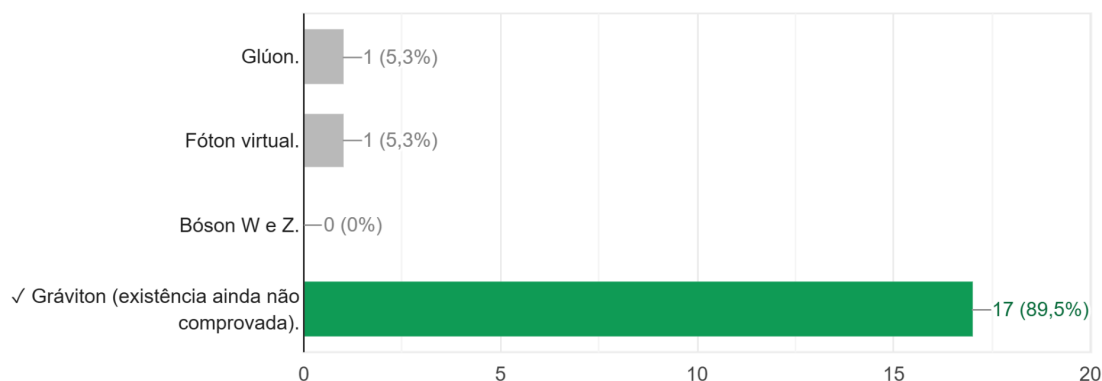
**Fonte:** Autor (2024).

Nas perguntas 7 e 8, grande parte dos estudantes conseguiram identificar as partículas mediadoras da força gravitacional e eletromagnética, com um percentual de acerto igual a 89,5% e 94,7%.

**Figura 33:** Padrão de respostas da questão 7, referente ao questionário conclusivo.

7) Qual é a partícula mediadora da interação gravitacional?

17 / 19 respostas corretas

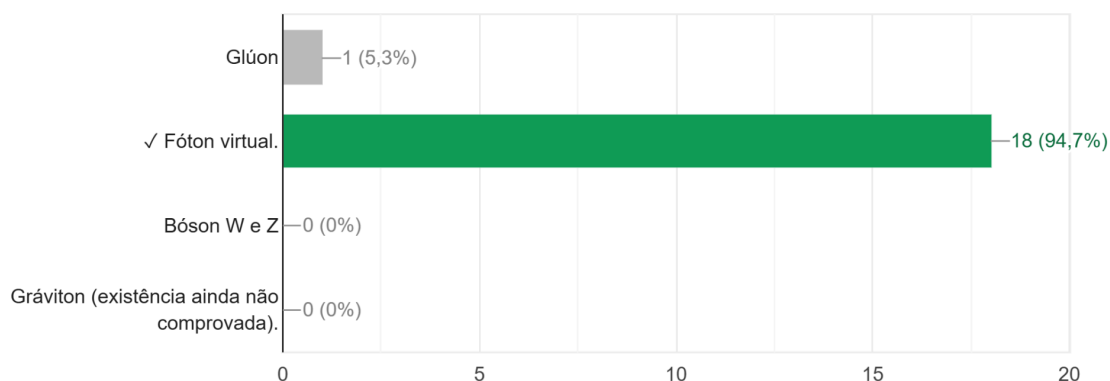


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 34:** Padrão de respostas da questão 8, referente ao questionário conclusivo.

8) Qual é a partícula mediadora da interação eletromagnética?

18 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

Nas perguntas 9, 10 e 11, observamos que a maioria dos estudantes compreenderam a composição do prótons e nêutrons e o papel do bóson de higgs, mas na questão 11 há um padrão de resposta interessante, 52,6% acertaram e 47,4% erraram a questão. Analisando esse padrão de resposta, verificou - se que os estudantes associaram o acelerador de partículas como um aparato tecnológico que serve para observar as partículas elementares, ou seja, aumentando a massa os

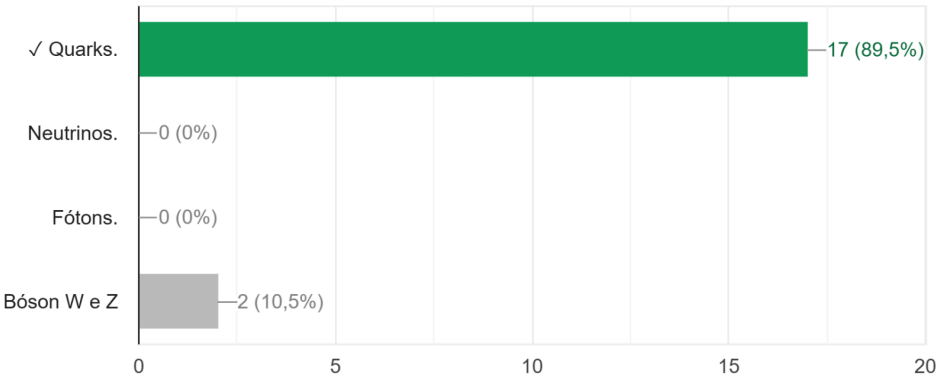


Físicos conseguem identificar as partículas, por isso a resposta de 47,4% foi “aumentar a massa das partículas.”

**Figura 35:** Padrão de respostas da questão 9, referente ao questionário conclusivo.

9) Quais partículas compõem os prótons e nêutrons segundo o modelo padrão?

17 / 19 respostas corretas

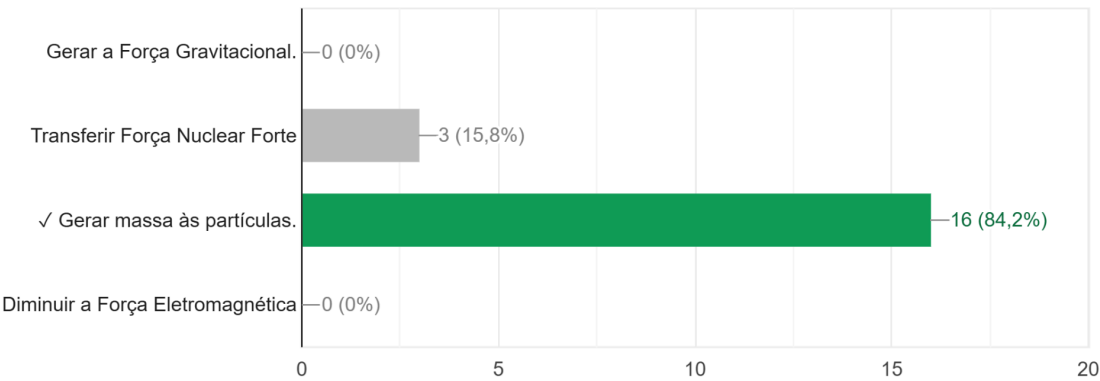


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 36:** Padrão de respostas da questão 10, referente ao questionário conclusivo.

10) Qual é o papel do Bóson de Higgs no modelo padrão?

16 / 19 respostas corretas

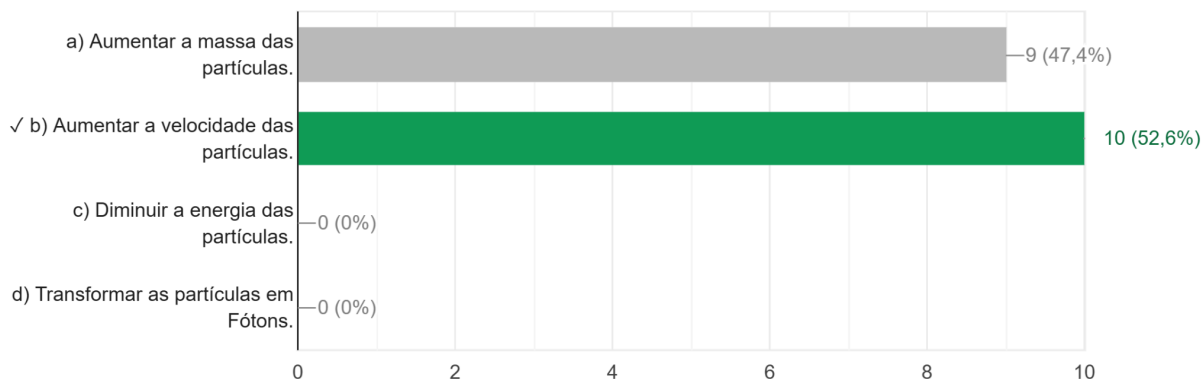


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 37:** Padrão de respostas da questão 11, referente ao questionário conclusivo.

11) Qual é o principal objetivo de um acelerador de partículas?

10 / 19 respostas corretas



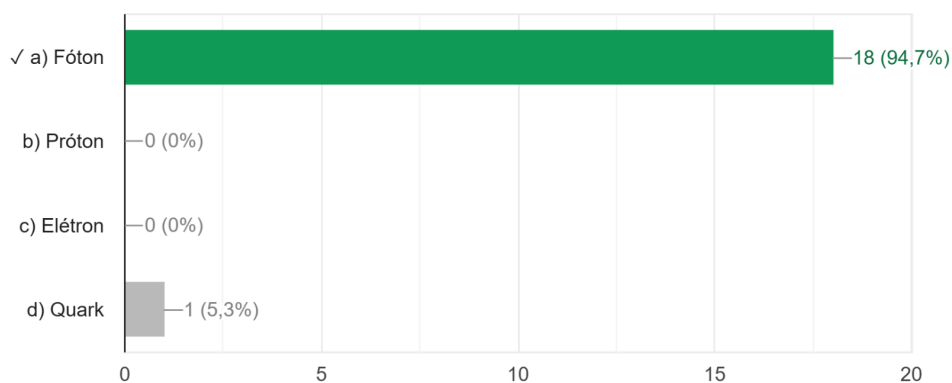
**Fonte:** Autor (2024).

Nas questões 12, 13, 14 e 15 verificamos que grande partes dos estudantes entenderam a partícula que compõe a luz, que o elétron faz parte da família dos léptons e que os hádrons são divididos em bárions e mésons, mas apresentaram dificuldades em afirmar o físico responsável pelos estudos dos mésons, 63,2% acertaram a questão.

**Figura 38:** Padrão de respostas da questão 12, referente ao questionário conclusivo.

12) Qual é a partícula que compõe a luz?

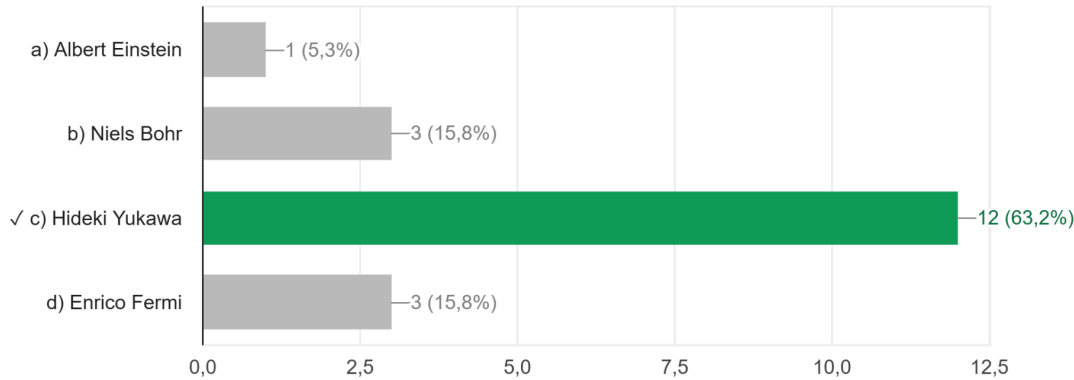
18 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 39:** Padrão de respostas da questão 13, referente ao questionários conclusivo.

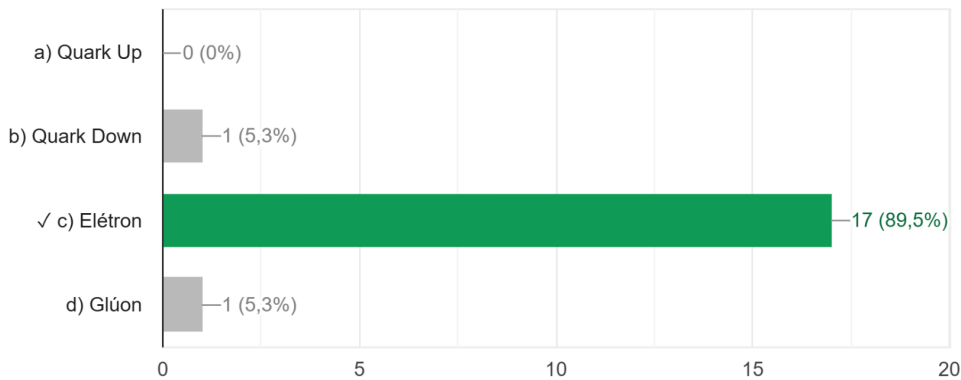
13) Quem foi o primeiro Físico a propor a existência dos Mésons?  
12 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 40:** Padrão de respostas da questão 14, referente ao questionários conclusivo.

14) Qual das alternativas abaixo é uma partícula da família dos Léptons?  
17 / 19 respostas corretas

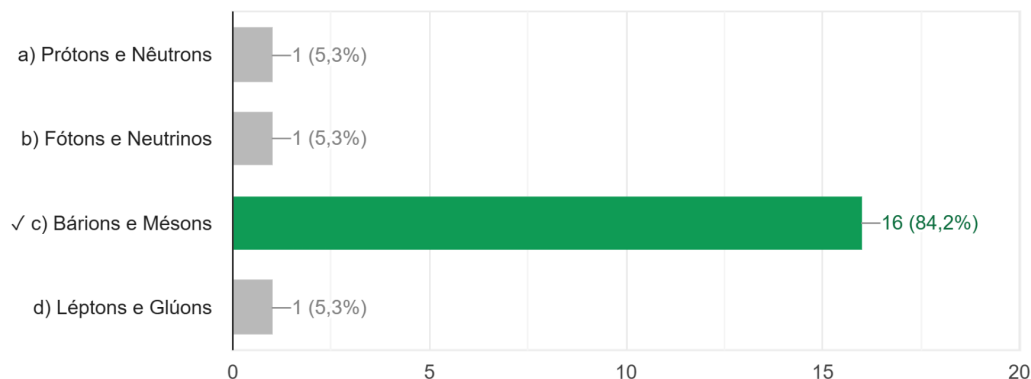


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 41:** Padrão de respostas da questão 15, referente ao questionários conclusivo.

15) Quais são os dois tipos principais de Hádrons?

16 / 19 respostas corretas

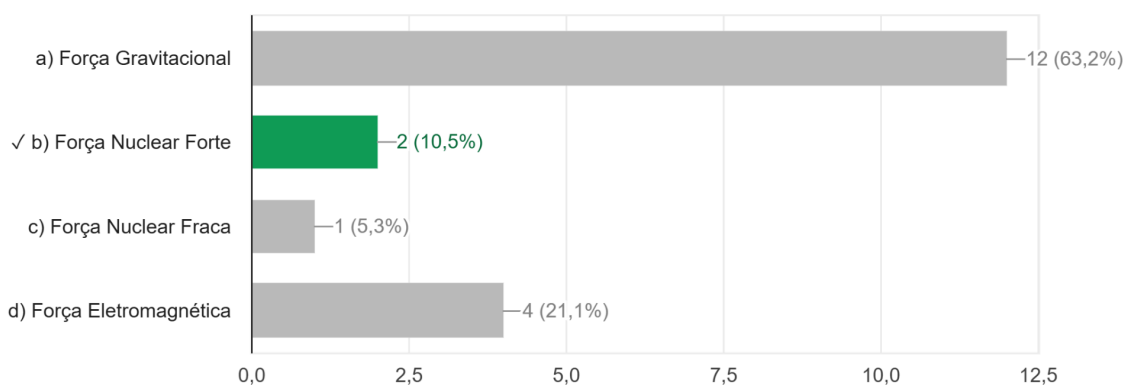


Nas perguntas 16 e 17 obtivemos um padrão de resposta interessante, os estudantes tiveram dificuldades em compreender a força nuclear forte e sua partícula mediadora, com 63,2% dos estudantes marcando força gravitacional e 21,1% força eletromagnética e 10,5% responderam corretamente. Isso ocorre devido a complexidade de imaginar a atuação dessa força, as forças gravitacional e eletromagnética podemos mostrar exemplos da sua atuação, como deixar algo cair e utilizar a eletricidade estática, mas a força forte, mesmo com o auxílio de vídeo e jogo, não foi suficiente para o entendimento desse fenômeno físico.

**Figura 42:** Padrão de respostas da questão 16, referente ao questionário conclusivo.

16) Qual é a força responsável por manter os Prótons e Nêutrons juntos no núcleo atômico?

2 / 19 respostas corretas

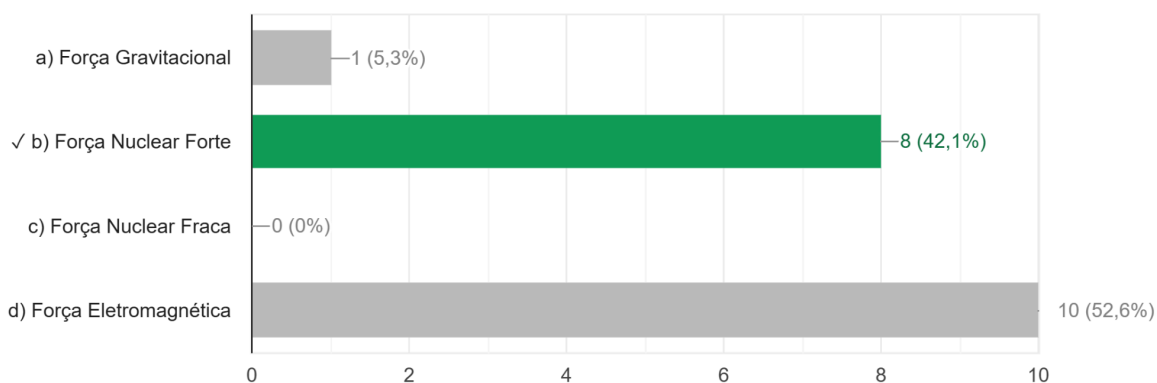


Fonte: Autor (2024).

**Figura 43:** Padrão de respostas da questão 17, referente ao questionário conclusivo.

17) Qual força é mediada pelos Glúons?

8 / 19 respostas corretas



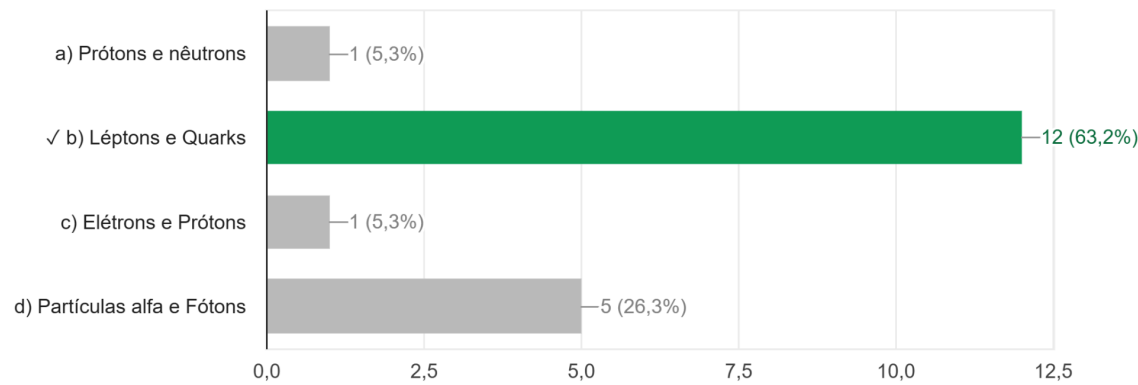
**Fonte:** Autor (2024).

Para as perguntas 18, 19 e 20, observamos que grande parte dos estudantes compreenderam a partícula mediadora da força fraca com um percentual de acerto de 94,7% e compreenderam o conjunto de bósons mediadores, com um percentual de acerto igual a 78,9%, já na questão 18 tivemos um padrão de resposta diversificado, com um percentual de acerto de 63,2%. Os estudantes que marcaram a alternativa “d” observaram corretamente o fóton como uma partícula que não possui estrutura interna, pois é da família dos Léptons, mas a partícula alfa é formada por dois prótons e dois nêutrons, tornando a alternativa errada.

**Figura 44:** Padrão de respostas da questão 18, referente ao questionário conclusivo.

18) De acordo com o modelo padrão, quais são as partículas verdadeiramente elementares, no sentido de não possuírem estrutura interna?

12 / 19 respostas corretas

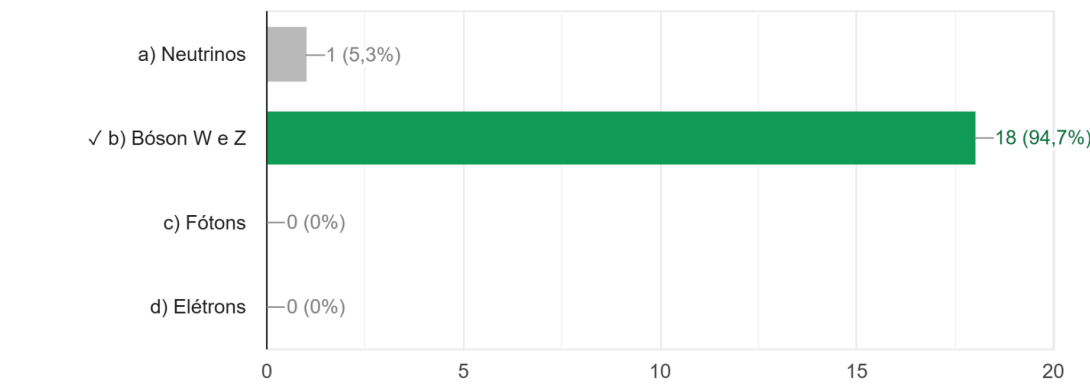


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 45:** Padrão de respostas da questão 19, referente ao questionário conclusivo.

19) Quais são as partículas mediadoras da Força Nuclear Fraca?

18 / 19 respostas corretas

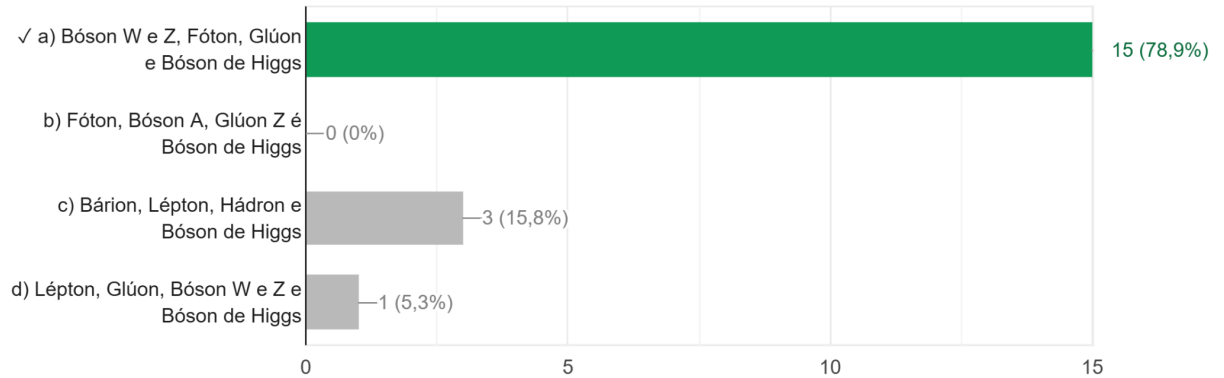


**Fonte:** Autor (2024).

**Figura 46:** Padrão de respostas da questão 20, referente ao questionário conclusivo.

20) Quais são os bósons responsáveis pelo transporte das interações?

15 / 19 respostas corretas



**Fonte:** Autor (2024).

Após a análise do desempenho dos estudantes no jogo **Física de Partículas EF**, observamos que o resultado foi satisfatório, os estudantes acertaram uma média de 70% das questões sem utilizar os mapas mentais ou ajuda do professor e 30% das questões eles utilizaram os mapas mentais ou ajuda do professor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos verificar que o uso da sequência didática envolve um processo de relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, proporcionando uma aprendizagem significativa de um conteúdo que não é explorado na educação básica, mas é de grande relevância científica, é fundamental, através da transposição didática inserir tópicos de FM.

A aplicação do questionário de conhecimentos prévio é essencial para o desenvolvimento deste produto, possibilitando conhecer o que os estudantes têm de informações e a partir disso, desenvolver estratégias metodológicas para obtenção da aprendizagem significativa dos estudantes, promovendo um aprofundamento por práticas multimídia, jogos e teorias, proporcionando uma aprendizagem por diversos meios. Na aplicação do questionário conclusivo é possível verificar e avaliar a evolução dos estudantes durante a interposição pedagógica da sequência didática, práticas que saiam do tradicional, como: material de acordo com os conhecimentos dos estudantes, atividades em grupos e jogos educativos, se mostram eficazes para um aproveitamento da aprendizagem dos conteúdos de FM, ou outro conteúdo.

O jogo de tabuleiro Física de Partículas EF se mostra como uma excelente ferramenta, proporcionando uma revisão de todas as aulas de forma dinâmica e motivadora. Essa abordagem lúdica, mostra que quando os estudantes se envolvem com o material potencialmente significativo, eles produzem seu próprio conhecimento e adquirem uma aprendizagem significativa.

Concluimos que é possível incluir tópicos de Física de Partículas no 9º ano do ensino fundamental, através de jogos educativos e mapas mentais. Este trabalho inclui possibilidades de explorar novas pesquisas e experimentos didáticos para tornar o conhecimento em FM acessível e interessante para os estudantes, despertando o interesse por este tema.



## 7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, Matheus Dias et al. O mal-estar docente no ensino de física: perspectivas e desafios. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e106963265-e106963265, 2020.

DOS ANJOS, João. ; NATALE, Adriano Antônio. **Partículas elementares: a (des)construção da matéria pelo homem**. Rio de Janeiro: CBPF, 2005.

AUSUBEL, David Paul. A aprendizagem significativa. **São Paulo**, 1982.

BATISTA FILHO, Ágdo et al. Transposição Didática no Ensino de Ciências: facetas de uma escola do campo de PARINTINS/AM. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 8, p. 71-82, 2017.

BEZERRA, Diogo Pereira. et al. A evolução do ensino da física—perspectiva docente. **Scientia Plena**, v. 5, n. 9, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências**. Brasília: MEC/SEF, 2002. Disponível em: [https://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](https://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf). Acesso em: 21 maio 2025.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

BUZAN, Tony. ; BUZAN, Barry. **The mind map look**. New York, NY: Dutton Books. 320 p. 1994.

BUZAN, Tony; **Mapas mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e usar o máximo o potencial do seu cérebro**. Trad. Paulo Polzonoff Jr., Rio de Janeiro: Sextante, 2009.

BUZAN, Tony. **Dominando a técnica dos mapas mentais**. Editora Cultrix, 2019.

CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor; SANTORO, Alberto. Partículas Elementares: 100 anos de descobertas. **Editora Livraria da Física**, 2012.

CHADWICK, James. Possible existence of a neutron. **Nature**, v. 129, n. 3252, p. 312-312, 1932.

DA SILVA, Humberto Filomeno; HABESCH, Raul; BAGNATO, Vanderlei Salvador. Conexão de Blindagem Eletrônica no Espalhamento Rutherford. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 2, p. 263, 1997.

DA SILVA NETO, José Lages. **Partículas elementares no ensino médio**. Orientador: Filadelfo Cardoso Santos. 2011. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

DAS NEVES, Defferson Rodrigues Martins et al. Debates, contextos e lacunas no desenvolvimento coletivo da teoria sobre raios catódicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1619-1649, 2021.

DE ASSIS ALVES, Alexei; DE OLIVEIRA, Izabela Badaró Machado; KISTEMANN JR, Marco Aurélio. Metodologias ativas de aprendizagem por meio de produção de vídeos e construção de mapas mentais. **METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA, TÉCNICA E SUPERIOR**, p. 19, 2021.

DE CAMARGO, Luana Carol; DE SIMAS ASQUEL, Sara; OLIVEIRA, Brenno Ralf Maciel. Problematizando o ensino de modelos atômicos: uma exploração sobre as representações e o uso de um jogo didático. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 197-213, 2018.

DO ESPIRITO SANTO SILVA-PIRES, Felipe; DA SILVA TRAJANO, Valéria; CREMONINI DE ARAUJO-JORGE, Tania. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e o jogo**. Revista Educação em Questão, [S. l.], v. 58, n. 57, 2020. DOI: 10.21680/1981-1802.2020v58n57ID21088. Disponível em: <https://www.periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/21088>. Acesso em: 13 ago. 2025.

FENNER, Germano. **Mapas Mentais: potencializando ideias**. Brasport, 2018.

FERREIRA, Stella Mendes; NASCIMENTO, Carla; PITTA, Ana Paula. Jogos didáticos como estratégia para construção do conhecimento: uma experiência com o 6º ano do Ensino Fundamental. **Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II**, v. 5, n. 9, p. 87-94, 2020.

FILHO, José de Pinho Alves. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 174–188, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>. Acesso em: 6 mar. 2025.

GRANDO; Regina Célia. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. 2000. Campinas, SP.

GRIFFITHS, David. **Introduction to elementary particles**. John Wiley & Sons, 2020.

KRAUSE, João Carlos; FELBER, Denise; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia**, v. 1, n. 2, 2018.

MANZATO, Antonio José; SANTOS, Adriana Barbosa. A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. **Departamento de Ciência de Computação e Estatística–IBILCE–UNESP**, v. 17, p. 1-17, 2012.

MARQUES, Deividi Marcio; CALUZI, João José. Ensino de química e história da ciência: o modelo atômico de Rutherford. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV**, 2003.

MARTINS, Roberto Andrade. O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de detecção do movimento da Terra, antes dos experimentos de Michelson e Morley (1818-1880). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 52-80, 2012.

MÓL, Gerson de Souza. Pesquisa qualitativa em ensino de química. *Revista Pesquisa Qualitativa*, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 495–513, 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>. Acesso em: 21 mar. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. Partículas e interações. **Física na escola. São Paulo. Vol. 5, n. 2 (out. 2004), p. 10-14**, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. O modelo padrão da física de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, p. 1306.1-1306.11, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal aprendizagem significativa? 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 11 fev de 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Lf Editorial, 2011.

NUCLEAR, Energia. História da Energia Nuclear. **Energia Nuclear**, 2017.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis. Vol. 16, n. 3 (dez. 1999), p. 267-286**, 1999.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa" física moderna e contemporânea no ensino médio". **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 5, n. 1 (jan./abr. 2000), p. 23-48**, 2000.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu.. **Florianópolis: Publicação interna do Departamento de Física do UFSC**, 2019.

PEREIRA, Ricardo Francisco. Desbravando o Sistema Solar: um jogo educativo para o ensino e a divulgação da Astronomia. In: NEVES, M. C. D. (Org) et al. Da Terra, da Lua e Além. Maringá: Massoni, 2007, p. 167-185.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. **Anais do VII ENPEC**, p. 1-12, 2009.

PIMENTA, Jean Júnio Mendes et al. O bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, p. 2306, 2013.

PRAIA, João Félix. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. **Teoria da aprendizagem significativa. Peniche, Portugal**, p. 121-134, 2000.

SAMPAIO, J. L. Eletrostática e física de partículas sob o olhar da História da Ciência: Uma proposta para a construção de animações e vídeos no Ensino Médio. 2017. 180f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física - PPGPEF) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 569–584, 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/157>. Acesso em: 24 jan. 2025.

SILVA, Osmar Henrique Moura; LABURÚ, Carlos Eduardo. Uma montagem de câmara de nuvens por difusão para museus de ciências e laboratórios didáticos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 514–528, 2019. DOI: 10.5007/2175-7941.2019v36n2p514. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p514>. Acesso em: 19 maio. 2025.

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. A Transposição Didática aplicada à teoria contemporânea: A Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina**, v. 13, p. 14, 2006.

SIQUEIRA, Maxwell. **Do Visível ao Indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio**. Orientador: Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação. 2006.

SIQUEIRA, Maxwell. ; PIETROCOLA, Maurício. ; UETA, Nobuko. A física moderna e contemporânea em sala de aula: uma atividade com os raios X. **Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luís, MA. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/resumos/T0410-1.pdf>**, 2007.

SOUZA, Marcos Matos. et al. Jogo de Física de partículas: Descobrimos o bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, p. e20180124, 2019.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.

VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antonio AP. O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, p. 2603, 2011.

VIDEIRA, Antônio Augusto Passos ; VIEIRA, Cássio Leite. Lattes - 10 anos depois. Rio de Janeiro: CBPF, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/290447288>. Acesso em: 24 mai. 2025.

ZAGURY, Tania. **O professor refém: para pais e professores entenderem por que fracassa a educação no Brasil**. Editora Record, 2006.

YAMAZAKI, Sérgio Choiti; DE OLIVEIRA YAMAZAKI, Regiani Magalhães. Jogos para o Ensino de Física, Química e Biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado?. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**



UNIVERSIDADE  
FEDERAL  
DE PERNAMBUCO



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 46**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**Introdução a Física de Partículas no 9º ano do Ensino Fundamental:**

Utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma Aprendizagem Significativa.

**Autores:** Mateus Henrique de Melo Lima e Heydson Henrique Brito da Silva.

Caruaru

2025



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me manter de pé nessa jornada de dois anos de MNPEF.

Com imensa gratidão, compartilho a alegria de concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço, primeiramente, à minha família, especialmente a minha mãe Iris Henrique pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial.

Agradeço aos meus colegas/amigos das turmas do mestrado, pelo companheirismo durante cada aula e pela colaboração no processo de aprendizagem nas disciplinas vivenciadas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva, agradeço imensamente pela sua dedicação, paciência e incentivo foram fundamentais para eu pudesse evoluir e concluir esta pesquisa. Obrigado por compartilhar seu conhecimento e por me guiar com sabedoria, seu comprometimento foi essencial para que este trabalho se tornasse realidade.

Aos professores do MNPEF polo 46, obrigado por cada ensinamento, por cada orientação e por contribuírem para a minha formação acadêmica. A cada disciplina cursada, um novo aprendizado, uma nova perspectiva e um novo desafio que ajudou no meu amadurecimento como acadêmico do MNPEF.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Centro Acadêmico do Agreste (CAA) e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oferta, em conjunto, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, possibilitando a capacitação de professores da educação básica ao nível de mestrado.

## SUMÁRIO

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                               | <b>8</b>  |
| 2.1 Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....               | 8         |
| 2.2 Mapas Mentais para o Ensino de Física.....                     | 9         |
| 2.3 Jogos educacionais no Ensino de Física.....                    | 11        |
| <b>3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>                    | <b>14</b> |
| 3.1 Questionário de conhecimentos prévios.....                     | 14        |
| 3.2 Introdução a Física de Partículas.....                         | 16        |
| 3.3 Aceleradores de partículas.....                                | 17        |
| 3.4 Interações fundamentais.....                                   | 18        |
| 3.5 Modelo Padrão.....                                             | 18        |
| 3.6 Aplicação do jogo de tabuleiro - Física de partículas EF.....  | 19        |
| 3.6.1 Perguntas sobre Física de Partículas.....                    | 22        |
| 3.7 Questionário conclusivo de aprendizagem.....                   | 27        |
| <b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                | <b>28</b> |
| <b>5. REFERÊNCIAS.....</b>                                         | <b>29</b> |
| <b>APÊNDICE A - Tabuleiro do jogo Física de Partículas EF.....</b> | <b>33</b> |
| <b>APÊNDICE B - Cartas do jogo Física de Partículas EF.....</b>    | <b>34</b> |

## **LISTA DE FIGURAS**

|           |                                                          |    |
|-----------|----------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: | Os tipos de aprendizagem significativa, segundo Ausubel. | 9  |
| Figura 2: | Exemplo dos elementos de um Mapa mental.                 | 10 |

## LISTA DE QUADROS

|           |                              |    |
|-----------|------------------------------|----|
| Quadro 1: | Vantagens do uso de jogos    | 12 |
| Quadro 2: | Desvantagens do uso de jogos | 13 |

## 1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Caro (a) Professor (a),

Este produto educacional, intitulado *Introdução à Física de Partículas no 9º ano do Ensino Fundamental: Utilizando mapas mentais e jogos de tabuleiro para uma Aprendizagem Significativa*, foi desenvolvido para a conclusão do curso de Mestrado Profissional Nacional do Ensino de Física pela UFPE CAA.

Durante as aulas, deverão ser discutidos tópicos de Física de Partículas, uma área que aos poucos está sendo introduzida na Educação Básica. Pesquisadores desenvolvem sequências didáticas sobre esse tema para o Ensino Médio, nós buscamos introduzir esses conceitos no ensino fundamental a partir de uma transposição didática.

As atividades do produto educacional são direcionadas para uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, nesta sequência didática, temos as seguintes etapas:

- Primeira etapa: Aplicação do questionário de conhecimentos prévios;
- Segunda etapa: Mapas Mentais e introdução a física de partículas;
- Terceira etapa: Aceleradores de partículas;
- Quarta etapa: Interações fundamentais;
- Quinta etapa: Modelo padrão;
- Sexta etapa: Aplicação do jogo de tabuleiro - **Física de Partículas EF**;
- Sétima etapa: Questionário conclusivo de aprendizagem.

As atividades da sequência didática são executadas na própria sala de aula e/ou sala de informática, a utilização de materiais multimídia é essencial para o desenvolvimento dessa sequência didática. Cada momento da sequência didática será especificado detalhadamente, vale ressaltar que a ordem de desenvolvimento de aplicação de cada atividade é fundamental para a obtenção de um resultado mais significativo para a aprendizagem dos estudantes.

Estimados docentes, desejo uma excelente aplicação das atividades propostas por este produto educacional!

Mateus Henrique de Melo Lima

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Estimular o interesse dos discentes a construir um conhecimento sólido sobre determinadas temáticas é um desafio para os professores da atualidade. É a partir desta perspectiva que destacamos a aprendizagem significativa como teoria norteadora para suprir essa demanda da educação. A aprendizagem significativa Ausubeliana é aquela que relaciona os conhecimentos prévios com novos saberes, de modo a possibilitar, um aprendizado significativo para o indivíduo. De acordo com Moreira (2011):

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p.08).

A relação entre os conhecimentos prévios adquiridos, que são chamados de subsunçores, e a nova informação, constitui o primeiro passo para a construção de uma aprendizagem significativa. Considerar os conhecimentos prévios dos estudantes é a variável isolada mais importante da aprendizagem significativa (Moreira, 2010).

Os subsunçores são conceitos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (1982):

Os subsunçores são estruturas específicas nas quais uma nova informação pode se integrar ao cérebro, que é altamente organizado e armazena experiências. Eles se tornam mais elaborados e mais abrangentes, capazes de ancorar novas informações à medida que ocorre o aperfeiçoamento dos significados e que aprendizagem é convertida em significativa (AUSUBEL, 1982, p. 20).

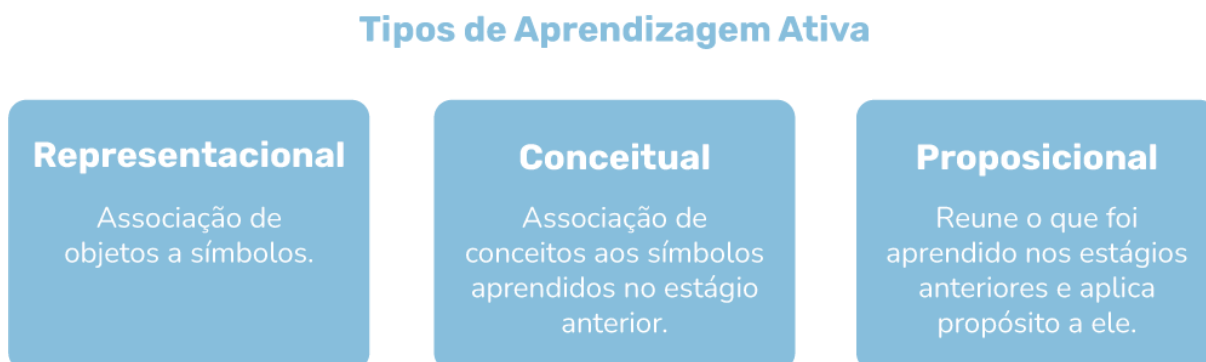
Quando o conhecimento do indivíduo é adquirido de forma arbitrária e substantiva dizemos que ele aprendeu de forma mecânica. De acordo com Tavares (2004) a aprendizagem mecânica ou memorística o novo conhecimento é absorvido de forma literal e sem relação com os conhecimentos já existentes. Neste tipo de aprendizado o esforço cognitivo é menor, com isso, há uma retenção baixíssima dos conhecimentos, ocasionando um esquecimento do conteúdo de médio e longo prazo.

Dessa forma, o docente deve promover uma interação com os novos conhecimentos, de modo que, o material potencialmente significativo possa se relacionar com os conceitos presentes na estrutura cognitiva do sujeito.

### 2.3 Tipos de Aprendizagem significativas

Ausubel define três tipos de aprendizagem significativa, como mostra o esquema abaixo:

**Figura 1:** Os tipos de aprendizagem significativa, segundo Ausubel



**Fonte:** <https://tutormundi.com/blog/aprendizagem-significativa/> (2025).

Comparando os três tipos de aprendizagem, observamos que a aprendizagem por proposições e a aprendizagem conceitual tem a mesma base de referência, a associação de objetos a símbolos (PRAIA, 2000).

Vale reforçar a importância de analisar e rever alguns passos antes de realizar uma prática pedagógica que busque uma aprendizagem significativa, por exemplo, a análise da estrutura conceitual, deve-se verificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do estudante e relacionar com um material potencialmente significativo, esse material deve estar alinhado aos conhecimentos presentes no indivíduo, para que posteriormente ele possa dar sentido aquele conhecimento adquirido.

## 2.2 Mapas Mentais para o Ensino de Física.

Com o objetivo de criar uma ferramenta que facilitasse o aprendizado, a concentração e a memorização através de uma organização não linear de conhecimento, em 1970 o inglês Tony Buzan (1942 - 2019) desenvolveu os Mapas Mentais. Os mapas mentais fazem com que o cérebro seja estimulado, com isso, o processo de aprendizagem é bem mais dinâmico (Fenner, 2018).

A relação do cérebro e os mapas mentais é descrita por Buzan (2019) da seguinte maneira:

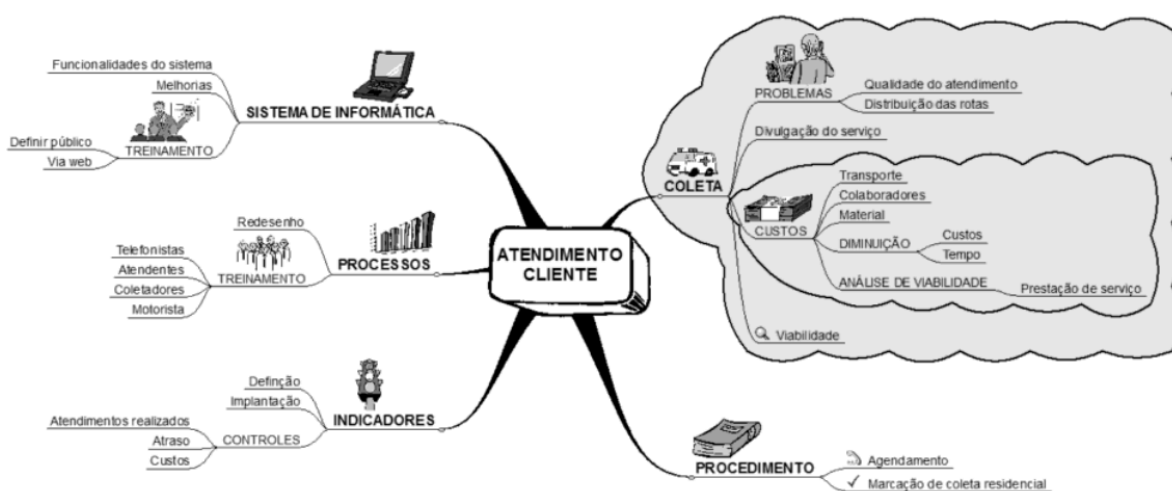
O mapa mental é um diagrama visual colorido, usado para capturar informações. Para atingir essa finalidade, no entanto, ele apela para o funcionamento do córtex cerebral. Ativa um pensamento e faz uso dos dois hemisférios cerebrais: o esquerdo que é o hemisfério lógico e o direito, o hemisfério criativo. (BUZAN, 2019).

Essa ferramenta de pensamento busca utilizar todas as ferramentas de pensamento do cérebro, contribuindo no armazenamento de conhecimento e na recuperação do conteúdo estudado, com agilidade e eficácia (BUZAN, 2009).



Segundo Fenner (2017), construir mapas mentais requer o seguimento de alguns passos. Os cinco passos necessários para a construção de um mapa mental, são eles: 1º) Tema no centro de uma folha; 2º) criar tópicos; 3º) criar subtópicos; 4º) Acrescentar cores; 5º) Acrescentar imagens. Podemos verificar todos esses elementos na imagem abaixo, onde o autor utiliza o tema “Atendimento cliente” e demonstra todos os passos da construção de um mapa mental.

**Figura 2:** Exemplo dos elementos de um Mapa mental.



**Fonte:** Fenner (2018)

Observamos o tema “Atendimento cliente” centralizado, ligados ao tema temos os tópicos: Sistema de informática, processos, indicadores, procedimento e coleta que estão destacados com imagens. Conectado com os tópicos, temos os subtópicos, que também estão destacados com imagens, as cores são utilizadas para diferenciar os tópicos dos subtópicos, os tópicos estão em negrito para realçar a palavra e os subtópicos têm uma fonte sem destaque de cores.

Para que os estudantes aprendam, não é único suficiente que o docente apenas apresente o conteúdo. É necessário que o professor instigue os estudantes a buscar seu próprio conhecimento, trabalhando a autonomia do estudante, isso ocorre quando o discente cria, elabora e assume o protagonismo da construção do seu conhecimento (ALVES, 2021), elementos esses encontrados na construção dos Mapas Mentais.

### 2.3 Jogos educacionais no Ensino de Física.

Para a disciplina de Física é essencial ter uma base conceitual e matemática, a busca por esses conhecimentos pode se tornar cansativo para os estudantes, assim, tornando o aprendizado da disciplina desmotivante, cabe ao docente buscar estratégias para motivar o estudante, uma alternativa são os jogos educativos. De acordo com Pereira (2007):

No que diz respeito à Física, os jogos apresentam grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos, principalmente porque os jogos abordam esses conteúdos dentro de um ambiente lúdico, propício a uma melhor aprendizagem, muito diferente das salas de aula nas escolas, que geralmente são expositivas, tornando o ambiente um espaço de “anti-criação”, impedindo uma maior participação dos alunos nas aulas (PEREIRA, 2007, p. 176).

Então, os jogos educativos como instrumento pedagógico contribuem para uma busca efetiva do conhecimento em sala de aula, os estudantes atribuem a si o papel de produzir seu próprio conhecimento (FERREIRA, *et al.*, 2020). Krause (2018) destaca que:

Dentro do processo de construção/reconstrução do conhecimento, a utilização de jogos nas aulas de Física pode auxiliar o aluno a interagir, refletir, visualizar, verificar suas teorias e concepções alternativas, desenvolvendo habilidades e buscando a autonomia na construção de conhecimentos (KRAUSE, 2018).

A utilização de jogos para uma aprendizagem significativa posiciona esse recurso didático em destaque para o Ensino de Física. Os jogos podem atuar como mediadores, criando situações que estimulem a utilização dos conhecimentos já adquiridos para compreender novos conceitos. A efetividade de um jogo educacional está na possibilidade de proporcionar ligações entre a estrutura cognitiva do estudante com o objetivo de aprendizagem do jogo, gerando uma aprendizagem significativa (DO ESPÍRITO SANTO SILVA-PIRES; DA SILVA TRAJANO; CREMONINI DE ARAÚJO-JORGE, 2020).

Para realizar uma sequência didática com jogos educativos, os professores devem planejar adequadamente cada passo, os jogos educativos dependem do encaminhamento dado pelo docente. Pereira (2009), destaca que:

Quando professores procuram por alguma prática de Física, eles procuram práticas que, de fato, assegurem a aprendizagem dos conceitos. Muitos, porém, procuram procedimentos que poderiam melhorar o rendimento do aluno. Porém, isso não é trivial, incluindo os jogos educativos. Estes podem nem sempre conseguir chegar a esse objetivo. A simples aplicação, sem nenhuma abordagem metodológica sobre eles, podem não conseguir motivar os alunos que poderão entendê-los como simples artefatos usados para “matar aula” (PEREIRA, 2009).

Há grandes possibilidades para a utilização dos jogos como ferramenta de ensino e aprendizagem, podemos destacar o trabalho de Grando (2000), que estabelece algumas vantagens e desvantagens quanto a utilização de jogos didáticos. A tabela abaixo destaca as vantagens da utilização de jogos didáticos.

**Quadro 1:** Vantagens para o uso de jogos didáticos.

|                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fixação de conceitos já aprendidos de uma forma motivadora para o aluno.                                                                                                                              |
| Introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão.                                                                                                                                     |
| Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas (desafio dos jogos).                                                                                                                         |
| Aprender a tomar decisões e saber avaliá-las.                                                                                                                                                         |
| O jogo requer a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.                                                                                                                |
| O jogo favorece a socialização entre os alunos e a conscientização do trabalho em equipe.                                                                                                             |
| A utilização dos jogos é um fator de motivação para os alunos.                                                                                                                                        |
| Significação para conceitos aparentemente incompreensíveis.                                                                                                                                           |
| O jogo favorece o desenvolvimento da criatividade, do senso crítico, da participação, da competição "sadia", da observação, das várias formas de uso da linguagem e do resgate do prazer em aprender. |
| As atividades com jogos podem ser utilizadas para reforçar ou recuperar habilidades que os alunos necessitem. Útil no trabalho com alunos de diferentes níveis.                                       |
| As atividades com jogos permitem ao professor identificar, diagnosticar alguns erros de aprendizagem, as atitudes e as dificuldades dos alunos.                                                       |

**Fonte:** Grando (2000).

O mesmo autor indica pontos de desvantagens sobre a utilização de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem, onde evidenciamos na tabela abaixo:

**Quadro 2:** Desvantagens do uso de jogos didáticos.

Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um "apêndice" em sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber porque jogam.

O tempo gasto com as atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo.

As falsas concepções de que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos. Então as aulas, em geral, transformam-se em verdadeiros cassinos, também sem sentido algum para o aluno.

A perda da "ludicidade" do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo.

A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo.

A dificuldade de acesso e disponibilidade de material sobre o uso de jogos no ensino, que possam vir a subsidiar o trabalho docente.

**Fonte:** Grando (2000).

Com as características apontadas por Grando (2000), observamos que o desenvolvimento deste tipo de prática pedagógica requer um planejamento do docente, análise do público alvo e o tempo da proposta pedagógica. Zagury (2006), alerta sobre o não preparo do professor para este tipo de atividade pedagógica, com destaque no modo de conduzir as atividades:

A 'melhor das técnicas' ou o 'melhor método' podem ser desvirtuados, anulando-se, por mal conduzidos, todo o benefício que poderia trazer aos alunos. Utilizados de forma equivocada ou distorcida (em condições desfavoráveis de treinamento docente ou infraestrutura inadequada, por exemplo), qualquer técnica ou método pode ser um fracasso, conduzindo à queda da qualidade do ensino, à desmotivação e até ao embuste (Zagury, 2006, p. 202).

Um ponto relevante sobre a utilização de jogos é o seu *feedback* quando se trata de avaliação. A partir dos jogos, o professor pode avaliar o estudante evitando os métodos tradicionais, como provas escritas, solicitando que o discente resolva questões utilizando conceitos e fórmulas matemáticas. A avaliação é rápida e dependendo da prática planejada, o professor identifica quais conceitos os estudantes aprenderam e quais devem ser revisados.

### 3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Apresentamos abaixo a descrição da sequência didática aplicada em sala de aula. Em cada etapa há um objetivo proposto, o tempo prévio para executar e as orientações de como utilizar o material didático.

#### 3.1 Questionário de conhecimentos prévios.

**Objetivo:** Identificar os conhecimentos prévios sobre átomos e modelos atômicos.

**Tempo de aula:** Uma hora-aula ou 50 minutos.

**Orientações para atividade:** É necessário realizar uma sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes. O docente terá a liberdade de definir o quantitativo de perguntas sobre a temática. Como o objetivo é identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, nenhum tipo de consulta será permitido, com atividade realizada no formato presencial.

**Sugestão de perguntas para o questionário:**

**1) Como chamamos a partícula que forma os elementos químicos e que pode se ligar a outros para constituir moléculas?**

- a) Molécula.
- b) Célula.
- c) Átomo.
- d) Elemento químico.

**2) O que é o átomo?**

- a) O átomo é uma partícula indivisível que constitui todos os elementos químicos conhecidos experimentalmente.
- b) O átomo é a unidade fundamental que forma os elementos químicos por meio de combinações e reações.
- c) O átomo é a partícula microscópica que é a base de toda e qualquer substância, sendo composta pelas partículas subatômicas elétrons, prótons e nêutrons.
- d) O átomo é a estrutura básica que compõe toda matéria e é caracterizada por um núcleo central de nêutrons e rodeado por elétrons em órbita.

**3) Quais as principais partes de um átomo?**

- a) Um átomo é composto por prótons, nêutrons e elétrons, com os nêutrons e os prótons no seu núcleo e em torno dele os elétrons.
- b) Um átomo é composto por núcleo, formado por prótons e elétrons, e uma nuvem eletrônica ao redor do núcleo.
- c) As principais partes de um átomo são elétrons, prótons e nêutrons, distribuídos em camadas eletrônicas.

d) O átomo é formado por um núcleo, composto por elementos químicos chamados de prótons e nêutrons, e os elétrons orbitam ao redor do núcleo em diferentes camadas.

**4) O que o modelo de Dalton sugere sobre a estrutura da matéria?**

- a) O modelo de Dalton diz que a matéria é constituída por átomos cilíndricos e maciços.
- b) O modelo de Dalton indica que os átomos de diferentes elementos têm diferentes massas e propriedades.
- c) O modelo de Dalton sugere que os átomos se combinam em proporções definidas para formar substâncias químicas.
- d) O modelo de Dalton anuncia que a matéria é composta por átomos indivisíveis e indestrutíveis.

**5) O que o modelo de Thomson sugere sobre a estrutura interna da matéria?**

- a) O modelo de Thomson propõe que os elétrons estão distribuídos em órbitas ao redor do núcleo, semelhante ao sistema solar.
- b) O modelo de Thomson diz que os átomos são compostos por uma esfera carregada de carga positiva com elétrons incrustados nela, como passas em um pudim.
- c) O modelo de Thomson indica que os átomos são esferas sólidas e compactas, sem espaços vazios em seu interior.
- d) O modelo de Thomson argumenta que os átomos são constituídos por um núcleo central, onde a maior parte de sua massa está concentrada, rodeada por elétrons.

**6) O que o modelo de Rutherford sugere sobre a estrutura interna da matéria?**

- a) O modelo de Rutherford diz que os átomos são compostos por um núcleo denso e carregado positivamente, onde a maior parte da massa está concentrada, com elétrons orbitando ao seu redor, semelhante ao movimento dos planetas.
- b) O modelo de Rutherford sugere que os elétrons são distribuídos uniformemente dentro do núcleo do átomo.
- c) O modelo de Rutherford indica que os átomos são esferas maciças e homogêneas, sem estrutura interna distinta.
- d) O modelo de Rutherford propõe que os prótons estão localizados ao redor do núcleo, enquanto os nêutrons ocupam o núcleo.

**7) Quais são as principais contribuições de Niels Bohr para o modelo atômico?**

- a) As contribuições de Niels Bohr incluem a descoberta da existência de prótons e nêutrons no núcleo do átomo.
- b) Niels Bohr acreditava que os elétrons em um átomo se moviam em órbitas circulares ao redor do núcleo, e quando saltavam de uma órbita para outra, não perdiam energia.
- c) Niels Bohr considera que os elétrons em um átomo ocupam órbitas ao redor do núcleo, emitindo ou absorvendo energia quando saltam entre essas órbitas.

d) Niels Bohr diz que os elétrons em um átomo se movem em órbitas elípticas ao redor do núcleo, perdendo energia, com isso, deixa de existir.

**8) O que é um elétron e onde ele é encontrado dentro de um átomo?**

- a) O elétron é um átomo com carga positiva e é encontrado no núcleo do átomo.
- b) O elétron é uma partícula com carga negativa e é encontrado orbitando ao redor do núcleo do átomo.
- c) Um elétron é uma molécula sem carga elétrica e é encontrado no núcleo do átomo.
- d) Um elétron é uma substância subatômica com carga neutra e é encontrado orbitando ao redor do núcleo do átomo.

**9) O que é um próton e onde ele é encontrado dentro de um átomo?**

- a) O próton é um átomo subatômico com carga negativa, encontrado girando em torno do núcleo do átomo.
- b) O próton é uma célula com carga positiva, encontrado em torno do núcleo do átomo.
- c) O próton é uma partícula com carga positiva, encontrada no núcleo do átomo.
- d) O próton é uma molécula subatômica sem carga, encontrado girando em torno do elétron.

**10) O que é um nêutron e onde ele é encontrado dentro de um átomo?**

- a) Nêutron é uma molécula com carga positiva, encontrada orbitando ao redor do núcleo do átomo.
- b) O nêutron é uma célula subatômica com carga negativa, encontrada orbitando a eletrosfera.
- c) Um nêutron é um átomo sem carga, encontrada orbitando o próton no núcleo do átomo.
- d) Um nêutron é uma partícula sem carga, encontrada no núcleo do átomo.

**Observações:** Após a aplicação do questionário, será realizada a análise das respostas dos estudantes e assim definido os conteúdos específicos que poderão ser ensinados aos estudantes, a escolha dos temas serão considerados os índices de acerto dos estudantes.

### **3.2 Introdução a Física de partículas.**

**Objetivo:** Conhecer outras partículas fundamentais, a partir da história da Física de partículas.

**Observação:** Quando for necessário, auxilie os estudantes na construção do mapa mental.

**Tempo de aula:** 3 horas-aulas ou 150 minutos, divididos da seguinte maneira:

**Orientações da Atividade:** As etapas dessa sequência didática serão realizadas presencialmente, utilizando projetor e caixa de som para auxiliar no conteúdo multimídia que será apresentado.

**Primeira aula (50 minutos):** Serão dedicados 15 minutos para explicar o que é um mapa mental, realizar uma pergunta questionadora sobre as partículas elementares e uma revisão rápida sobre o átomo antes do século XX.

Após essa introdução, serão utilizados 35 minutos para expor o conteúdo com auxílio de vídeos e imagens, utilizando o contexto histórico da Física de Partículas e acompanhar a construção do mapa mental. Os vídeos tiveram uma duração de 4 minutos e 42s e foram utilizados trechos específicos (Raios catódicos 02: 30, Efeito fotoelétrico 00:50 até 01:40 e 02:45 até 03:00 e Pósitron 06:00 até 07:17), abaixo está destacado os links dos vídeos na cor azul. Com isso, ficam 30 minutos para explicar o conteúdo da descoberta do elétron até a descoberta do nêutron (Slide 4 até o slide 14) e começar a acompanhar a construção dos mapas mentais pelos estudantes, se necessário, auxilie na construção.

**Vídeos:**

[EXPERIMENTO DE J. J. THOMSON](#)

[Tema 01 - Luz | Experimentos - Efeito fotoelétrico - YouTube](#)

[Como pode um fóton criar matéria e antimatéria?](#)

**Segunda aula (50 minutos):** Seguimos explicando o conteúdo, utilizando o contexto histórico da Física de partículas e construindo os mapas mentais. Serão 50 minutos dedicados a explorar a teoria dos mésons até os neutrinos (Slide 15 até 25), destacando o Físico brasileiro César Lattes que integrou o grupo de pesquisa que descobriu a partícula pión. Ele foi fundamental para a descoberta, quando sugeriu a mudança no experimento e foi o Físico brasileiro que foi injustiçado por não receber o prêmio Nobel de Física.

**Terceira aula (50 minutos):** Prosseguimos com o conteúdo, dedicamos 40 minutos para explorar os Quarks e o Bóson de Higgs (26 até 30) com o auxílio de imagens e vídeo, os 10 minutos restantes foram utilizados para finalizar o mapa mental da aula. O vídeo sobre o Bóson de Higgs tem uma duração de 4 minutos e 30 segundos, para a explicação foram utilizados trechos específicos do vídeo (00:00 até 01:18, 02:07 até 02:48 e 02:48 até 03:34), abaixo está destacado o link do vídeo na cor azul. Dessa forma, continuamos auxiliando os estudantes na finalização do mapa mental da aula.

**Vídeo:**

['Partícula de Deus': como Bóson de Higgs explica o Universo](#)

### 3.3 Aceleradores de partículas.



**Objetivo:** Conhecer os aceleradores de partículas como ferramenta tecnológica e experimental que auxilia na comprovação das partículas elementares.

**Orientações da Atividade:** As etapas dessa sequência didática serão realizadas presencialmente, utilizando projetor e caixa de som para auxiliar no conteúdo multimídia que será apresentado.

**Observação:** Quando for necessário, auxilie os estudantes na construção do mapa mental.

**Tempo de aula:** 1 hora-aula ou 50 minutos, divididos da seguinte maneira:

Para a realização da aula sobre aceleradores de partículas serão utilizados 40 minutos para discutir os conceitos de aceleradores de partículas com auxílio de um vídeo de 2 minutos e 33 segundos (link do vídeo destacado na cor azul) e posteriormente abordar os aceleradores: Fermilab, LHC(Large Hadron collider) e o Sirius. Nos últimos 10 minutos de aula os estudantes construirão um mapa mental sobre o conteúdo apresentado.

**Vídeo:**

**Como funciona o ACELERADOR de PARTÍCULAS?**

### 3.4 Interações Fundamentais.

**Objetivo:** Conhecer as quatro forças fundamentais da natureza que regem nosso universo.

**Orientações da Atividade:** As etapas dessa sequência didática serão realizadas presencialmente, utilizando projetor e caixa de som para auxiliar no conteúdo multimídia que será apresentado.

**Observação:** Quando for necessário, auxilie os estudantes na construção do mapa mental.

**Tempo de aula:** 1 hora-aula ou 50 minutos, divididos da seguinte maneira:

Nesta etapa da sequência didática começamos a introduzir as quatro forças fundamentais da natureza, para isto, dedicamos 40 minutos para expor esse conteúdo, serão dedicados 15 minutos para introduzir o conteúdo e 25 minutos para reforçar o conteúdo com auxílio de partes de um vídeo (link do vídeo destacado na cor azul), as partes utilizadas são: 00 :00 até 00:50, 02:20 até 03:12, 05:32 até 05:58, 07:00 até 08:42, 10:20 até 13:43 e 13:45 até 15:30, totalizando aproximadamente 10 minutos de vídeo e 15 minutos de complementos. Para finalizar essa etapa, dedicamos 10 minutos para que os estudantes construam um mapa mental sobre essa etapa da aula.

**Vídeo:**

**Essas são as QUATRO FORÇAS da NATUREZA**

### **3.5 Modelo padrão.**

**Objetivo:** Conhecer o modelo padrão da Física de partículas como uma teoria que sistematiza o entendimento das partículas elementares e suas interações.

**Orientações da Atividade:** As etapas dessa sequência didática serão realizadas presencialmente, para esta atividade utilizaremos o projetor que auxiliará no conteúdo multimídia que será apresentado.

**Observação:** Quando for necessário, auxilie os estudantes na construção do mapa mental.

**Tempo de aula:** 1 hora-aula ou 50 minutos, divididos da seguinte maneira:

Introduzimos o conceito de modelo padrão como uma teoria sofisticada que organiza o conteúdo visto em sala de aula, serão dedicados 35 minutos para a explicação do conteúdo com o auxílio de imagens e os 15 minutos restante, deverão ser utilizados para os estudantes construírem os três mapas mentais desta etapa da sequência didática.

### **3.6 Aplicação do jogo de tabuleiro Física de partículas EF.**

**Objetivo:** Aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores de forma lúdica aumentando o engajamento e atenção dos estudantes.

**Tempo de aula:** 3 horas-aula ou 150 minutos.

**Orientações da Atividade:** As etapas dessa sequência didática serão realizadas presencialmente, será utilizado um jogo de tabuleiro e cartas intitulado de **Física de partículas EF**, contendo perguntas sobre Física de partículas com alternativas.

**Observação:** Os estudantes formarão grupos e utilizarão os mapas mentais construídos.

Começamos essa etapa da sequência didática formando grupos de estudantes, fica a critério do professor a quantidade de grupos, para esta sequência foram formados três grupos. Cada grupo recebeu um tabuleiro e cartas com perguntas sobre o conteúdo visto em sala de aula, após a entrega dos tabuleiros e cartas explicaremos as regras do jogo.

O jogo terá somente três regras que são:

**Primeira:** Para avançar de casa é necessário acertar a pergunta.

**Segunda:** Cada questão que o grupo acertar sem a utilização dos mapas mentais ou ajuda do professor valerá **2 pontos**.

**Terceira:** Cada questão que o grupo acertar utilizando os mapas mentais ou ajuda do professor valerá **1 ponto**.

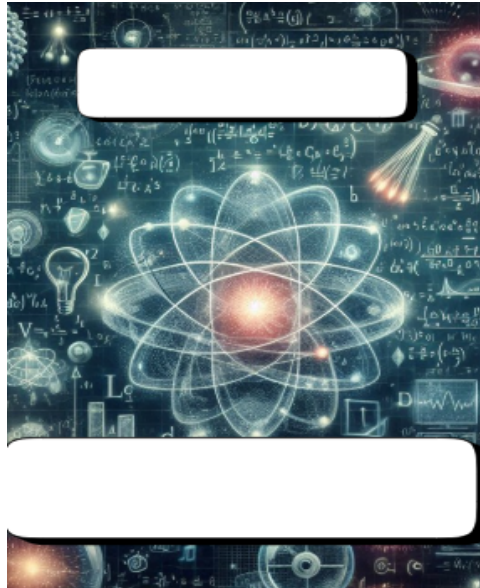
O jogo consiste em um tabuleiro com 29 casas e uma pergunta final, totalizando 30 perguntas, cada casa há uma carta com uma pergunta sobre os conteúdos apresentados em sala de aula. A equipe que conseguir maior pontuação será a campeã do jogo. Vejamos abaixo o modelo do tabuleiro e o modelo de carta.

**Fotografia 1:** Modelo do tabuleiro.



**Fonte:** Registrada pelo autor (2024).

**Fotografia 2:** Modelo da carta.



Fonte: Registrada pelo autor (2024).

**Fotografia 3:** Material em sala de aula.



Fonte: Registrada pelo autor (2024).

No total serão respondidas 30 questões sobre o conteúdo, o professor fica responsável por ajudar os estudantes para eventuais dúvidas e marcar as pontuações de cada pergunta. Para marcar os pontos foi utilizado o excel, como mostra a imagem abaixo.

**Fotografia 4:** Tabela com as pontuações.

|    | A                 | B                 | C                 | D                    | E                    | F                    |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    | PERGUNTAS         |                   |                   |                      |                      |                      |
| 1  | EQUIPE 1          | EQUIPE 2          | EQUIPE 3          | RESULTADO FINAL EQ1. | RESULTADO FINAL EQ2. | RESULTADO FINAL EQ3. |
| 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 1ª) PONTUAÇÃO: 2  | 44+8=52              | 40+10=50             | 42+9=51              |
| 3  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  | 2ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 4  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  | 3ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 5  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  | 4ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 6  | 5ª) PONTUAÇÃO: 1  | 5ª) PONTUAÇÃO: 2  | 5ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 7  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  | 6ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 8  | 7ª) PONTUAÇÃO: 1  | 7ª) PONTUAÇÃO: 2  | 7ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 9  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  | 8ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 10 | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  | 9ª) PONTUAÇÃO: 2  |                      |                      |                      |
| 11 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 | 10ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 12 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 | 11ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 13 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 | 12ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 14 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 | 13ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 15 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 | 14ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 16 | 15ª) PONTUAÇÃO: 2 | 15ª) PONTUAÇÃO: 1 | 15ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 17 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 | 16ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 18 | 17ª) PONTUAÇÃO: 2 | 17ª) PONTUAÇÃO: 1 | 17ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 19 | 18ª) PONTUAÇÃO: 2 | 18ª) PONTUAÇÃO: 1 | 18ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 20 | 19ª) PONTUAÇÃO: 2 | 19ª) PONTUAÇÃO: 1 | 19ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 21 | 20ª) PONTUAÇÃO: 1 | 20ª) PONTUAÇÃO: 1 | 20ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 22 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 | 21ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 23 | 22ª) PONTUAÇÃO: 2 | 22ª) PONTUAÇÃO: 1 | 22ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 24 | 23ª) PONTUAÇÃO: 2 | 23ª) PONTUAÇÃO: 2 | 23ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 25 | 24ª) PONTUAÇÃO: 1 | 24ª) PONTUAÇÃO: 2 | 24ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 26 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 | 25ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 27 | 26ª) PONTUAÇÃO: 2 | 26ª) PONTUAÇÃO: 2 | 26ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |
| 28 | 27ª) PONTUAÇÃO: 1 | 27ª) PONTUAÇÃO: 2 | 27ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 29 | 28ª) PONTUAÇÃO: 2 | 28ª) PONTUAÇÃO: 1 | 28ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 30 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 | 29ª) PONTUAÇÃO: 2 |                      |                      |                      |
| 31 | 30ª) PONTUAÇÃO: 2 | 30ª) PONTUAÇÃO: 2 | 30ª) PONTUAÇÃO: 1 |                      |                      |                      |

**Fonte:** Registrada pelo autor (2024).

### 3.6.1 Perguntas sobre Física de Partículas.

Apresentamos abaixo alguns exemplos de perguntas que poderão ser utilizadas e suas respectivas respostas estão destacadas em negrito.

1º) Qual foi a primeira partícula subatômica a ser descoberta?

**a) Elétron** b) Próton c) Nêutron d) Bóson de Higgs

2º) Em que ano o elétron foi descoberto?

**a) 1897** b) 1911 c) 1927 d) 1932

3º) Qual experimento levou à descoberta do elétron?

**a) Experimento de Thomson** b) Experimento de Rutherford c) Experimento de Millikan

d) Experimento de Davisson-Germer

4º) Qual experimento levou à descoberta do Próton?

a) Experimento de Thomson **b) Experimento de Rutherford** c) Experimento de Millikan

d) Experimento de Davisson-Germer

5º) Em que experimento o pósitron foi descoberto?

**a) Experimento de Anderson** b) Experimento de Rutherford c) Experimento de Millikan

d) Experimento de Davisson-Germer

6º) Qual foi o Físico brasileiro que contribuiu para o descobrimento da partícula

Píon?

a) **César Lattes** b) Mário Schenberg c) José Leite Lopes d) Marcelo Gleiser

7º) Quem foi o Físico responsável pela descoberta do Neutrino?

a) Enrico Fermi b) Marie Curie c) **Wolfgang Pauli** d) Ernest Rutherford

8º) Qual o experimento que demonstrou a existência do Neutrino?

a) Experimento de Thomson b) Experimento de Rutherford c) Experimento de Millikan

d) **Experimento de Cowan-Reines**

9º) Em que ano foi comprovado a existência do Bóson de Higgs?

a) 1960 b) 2024 c) 2010 d) **2012**

10º) Qual foi o Físico que propôs a existência dos Bósons de Higgs?

a) Richard Feynman b) Murray Gell-Mann c) **Peter Higgs** d) Abdus Salam

11º) Qual é o nome do principal acelerador de partículas do Brasil?

a) LHC b) Tevatron c) **Sirius** d) RHIC

12º) Qual é o nome do do acelerador de partículas que foi usado para descobrir o Bóson de Higgs?

a) Tevatron b) **LHC (Large Hadron Collider)** c) SLAC d) RHIC

13º) Qual dos seguintes aceleradores é o maior do mundo?

a) Sirius b) Tevatron c) **LHC (Large Hadron Collider)** d) SLAC

14º) Qual é o principal objetivo de um acelerador de partículas?

- a) Aumentar a massa das partículas. **b) Aumentar a velocidade das partículas.**  
c) Diminuir a energia das partículas. d) Transformar as partículas em Fótons.

15º) Qual é a partícula que compõe a luz?

- a) Fóton** b) Próton c) Elétron d) Quark

16º) Quem foi o primeiro Físico a propor a existência dos Mésons?

- a) Albert Einstein b) Niels Bohr **c) Hideki Yukawa** d) Enrico Fermi

17º) Quais das seguintes partículas são Quarks?

- a) Elétron e Neutrino **b) Up e Down** c) Fóton e Glúon d) Múon e Tau

18º) Qual das alternativas abaixo é uma partícula da família dos Léptons?

- a) Quark Up b) Quark Down **c) Elétron** d) Glúon

19º) Quais são os dois tipos principais de Hádrons?

- a) Prótons e Nêutrons b) Fótons e Neutrino **c) Bárions e Mésons** d) Léptons e Glúons

20º) Os Hádrons são compostos por?

- a) Quarks e/ou Antiquarks** b) Neutrinos c) Fótons d) Bóson W e Z

21º) Qual das forças fundamentais é a mais fraca em termos de intensidade?

- a) Força Gravitacional** b) Força Nuclear Forte c) Força Nuclear Fraca d) Força Eletromagnética



22º) Qual é a força responsável por manter os Prótons e Nêutrons juntos no núcleo atômico?

a) Força Gravitacional **b) Força Nuclear Forte** c) Força Nuclear Fraca d) Força Eletromagnética

23º) Qual força é mediada pelos Glúons?

a) Força Gravitacional **b) Força Nuclear Forte** c) Força Nuclear Fraca d) Força Eletromagnética

24º) Qual força é responsável por manter os elétrons orbitando em torno do núcleo atômico?

a) Força Gravitacional b) Força Nuclear Forte c) Força Nuclear Fraca **d) Força Eletromagnética**

25º) A força nuclear fraca afeta diretamente quais tipos de partículas?

a) Partículas carregadas eletricamente b) Partículas com massa c) Fótons **d) Léptons e Quarks**

26º) De acordo com o modelo padrão, quais são as partículas verdadeiramente elementares, no sentido de não possuírem estrutura interna?

a) Prótons e Nêutrons **b) Léptons e Quarks** c) Elétrons e Prótons d) Partículas alfa e Fótons

27º) Quais são os Bósons responsáveis pelo transporte das interações?

**a) Bósons W e Z, Fóton, Glúon e Bóson de Higgs** b) Fóton, Bóson A, Glúon Z é Bóson de Higgs

c) Bárion, Lépton, Hádron e Bóson de Higgs d) Lépton, Glúon, Bósons W e Z e Bóson de Higgs

28º) Quais partículas compõem os prótons e nêutrons segundo o modelo padrão?

a) **Quarks** b) Neutrinos c) Fótons d) Bóson W e Z

29º) Quais são as partículas mediadoras da Força Nuclear Fraca?

a) Neutrinos b) **Bósons W e Z** c) Fótons d) Elétrons

30º) Qual é o papel do Bóson de Higgs no modelo padrão?

a) Gerar a Força Gravitacional b) Transferir Força Nuclear Forte  
c) **Gerar massa às partículas** d) Diminuir a Força Eletromagnética

### 3.8 Questionário de conclusão.

**Objetivo:** Averiguar o processo de aprendizagem dos estudantes, aplicando um questionário individual, buscando as respostas com o maior índice de erro.

**Tempo de aula:** 2 horas-aula ou 100 minutos.

**Orientações da Atividade:** Aplicação de um questionário conclusivo.

Cabe ao professor definir o quantitativo de perguntas a serem abordadas sobre o tema. Como o questionário é conclusivo, não será permitido: materiais de consulta físico (livros ou apostilas), virtual (sites ou inteligência artificial), mapas mentais desenvolvidos em sala e consultar o colega, sendo realizada no formato presencial. Após o questionário final, o professor deve organizar uma roda de conversa para buscar o que foi aprendido pelos estudantes e reafirmar que a ciência não é linear e que está sempre em construção.

#### **4. Considerações finais.**

Podemos verificar que o uso da sequência didática envolve um processo de relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, proporcionando uma aprendizagem significativa de um conteúdo que não é explorado na educação básica, mas é de grande relevância científica, é fundamental, através da transposição didática inserir tópicos de FM.

A aplicação do questionário de conhecimentos prévio é essencial para o desenvolvimento deste produto, possibilitando conhecer o que os estudantes têm de informações e a partir disso, desenvolver estratégias metodológicas para obtenção da aprendizagem significativa dos estudantes, promovendo um aprofundamento por práticas multimídia, jogos e teorias, proporcionando uma aprendizagem por diversos meios. Na aplicação do questionário conclusivo é possível verificar e avaliar a evolução dos estudantes durante a interposição pedagógica da sequência didática, práticas que saiam do tradicional, como: material de acordo com os conhecimentos dos estudantes, atividades em grupos e jogos educativos, se mostram eficazes para um aproveitamento da aprendizagem dos conteúdos de FM, ou outro conteúdo.

O jogo de tabuleiro Física de Partículas EF se mostra como uma excelente ferramenta, proporcionando uma revisão de todas as aulas de forma dinâmica e motivadora. Essa abordagem lúdica, mostra que quando os estudantes se envolvem com o material potencialmente significativo, eles produzem seu próprio conhecimento e adquirem uma aprendizagem significativa.

Durante a sequência didática observamos uma interação positiva dos estudantes com os conteúdos, especialmente a relação da Física de Partículas ao contexto brasileiro. Eles mostraram entusiasmo ao saber que o físico brasileiro César Lattes revolucionou e ficou marcado na história da ciência com o descobrimento da partícula pión e que o Brasil possui um acelerador de partículas de grande porte, o Sirius, percebendo o valor da ciência nacional.

Concluimos que é possível incluir tópicos de Física de Partículas no 9º ano do ensino fundamental, através de jogos educativos e mapas mentais. Este trabalho inclui possibilidades de explorar novas pesquisas e experimentos didáticos para tornar o conhecimento em FM acessível e interessante para os estudantes, despertando o interesse por este tema.

## 5. REFERÊNCIAS

DE ASSIS ALVES, Alexei; DE OLIVEIRA, Izabela Badaró Machado; KISTEMANN JR, Marco Aurélio. Metodologias ativas de aprendizagem por meio de produção de vídeos e construção de mapas mentais. **METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA, TÉCNICA E SUPERIOR**, p. 19, 2021.

AUSUBEL, David Paul. A aprendizagem significativa. **São Paulo**, 1982.

BUZAN, Tony; **Mapas mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e usar o máximo o potencial do seu cérebro**. Trad. Paulo Polzonoff Jr., Rio de Janeiro: Sextante, 2009.

BUZAN, Tony. **Dominando a técnica dos mapas mentais**. Editora Cultrix, 2019.

DO ESPIRITO SANTO SILVA-PIRES, Felipe; DA SILVA TRAJANO, Valéria; CREMONINI DE ARAUJO-JORGE, Tania. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e o jogo**. Revista Educação em Questão, [S. l.], v. 58, n. 57, 2020. DOI: 10.21680/1981-1802.2020v58n57ID21088. Disponível em: <https://www.periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/21088>. Acesso em: 13 ago. 2025.

FENNER, Germano. **Mapas Mentais: potencializando ideias**. Brasport, 2018.

FERREIRA, Stella Mendes; NASCIMENTO, Carla; PITTA, Ana Paula. Jogos didáticos como estratégia para construção do conhecimento: uma experiência com o 6º ano do Ensino Fundamental. **Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II**, v. 5, n. 9, p. 87-94, 2020.

GRANDO; Regina Célia. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. 2000. Campinas, SP.

KRAUSE, João Carlos; FELBER, Denise; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia**, v. 1, n. 2, 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal aprendizagem significativa? 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 11 fev de 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Lf Editorial, 2011.

PEREIRA, R. F. Desbravando o Sistema Solar: um jogo educativo para o ensino e a divulgação da Astronomia. In: NEVES, M. C. D. (Org) et al. Da Terra, da Lua e Além. Maringá: Massoni, 2007, p. 167-185.

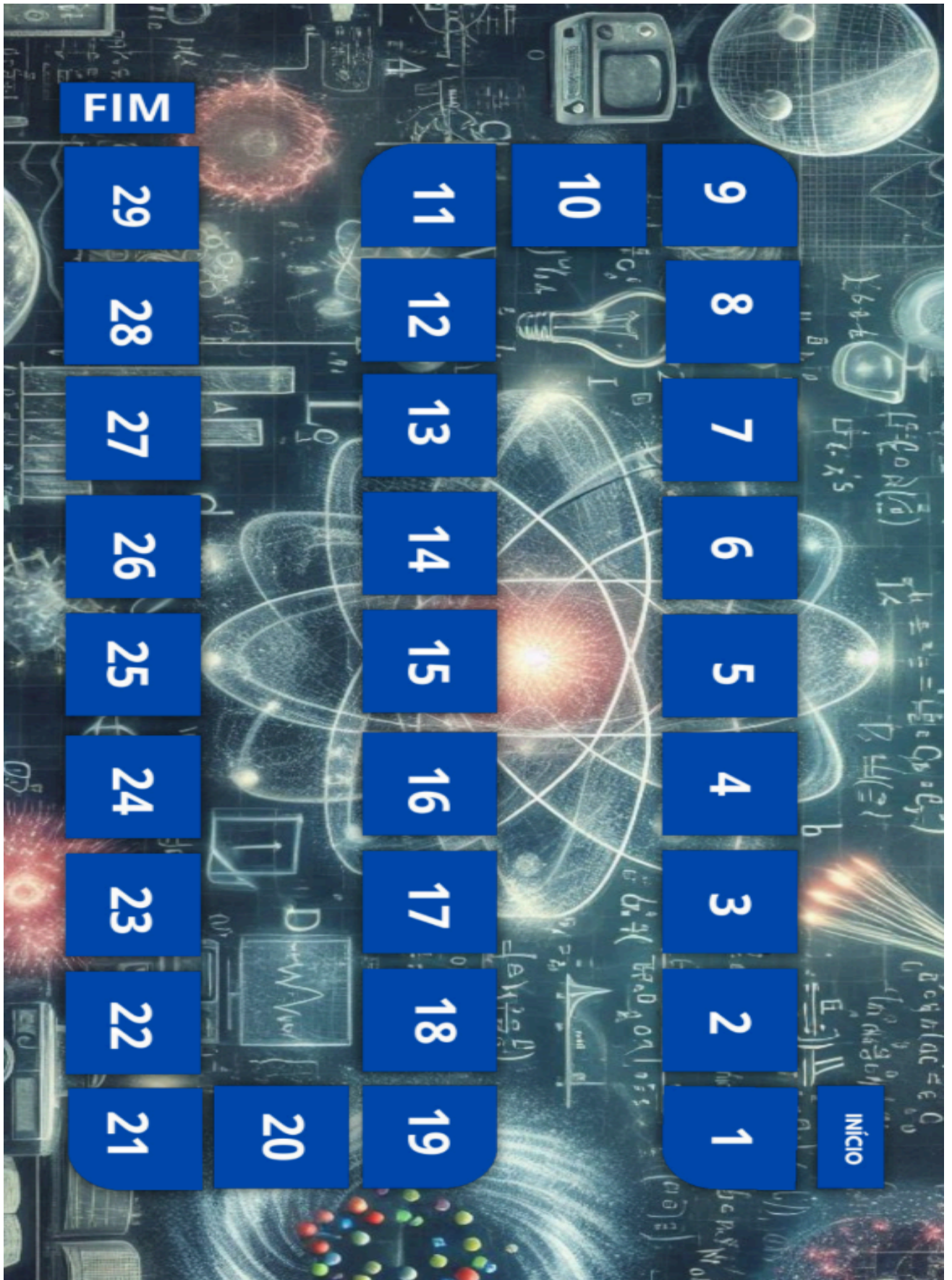
PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. **Anais do VII ENPEC**, p. 1-12, 2009.

PRAIA, João Félix. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. **Teoria da aprendizagem significativa. Peniche, Portugal**, p. 121-134, 2000.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.

ZAGURY, Tania. **O professor refém: para pais e professores entenderem por que fracassa a educação no Brasil**. Editora Record, 2006.

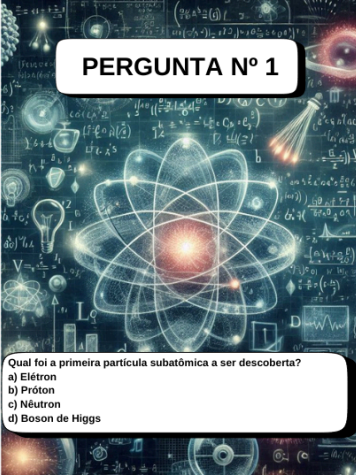
# APÊNDICE A - TABULEIRO DO JOGO FÍSICA DE PARTÍCULAS EF.





## APÊNDICE B - CARTAS DO JOGO FÍSICA DE PARTÍCULAS EF.

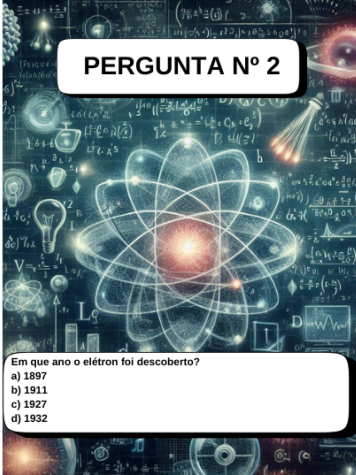
**PERGUNTA Nº 1**



Qual foi a primeira partícula subatômica a ser descoberta?

- Elétron
- Próton
- Nêutron
- Boson de Higgs

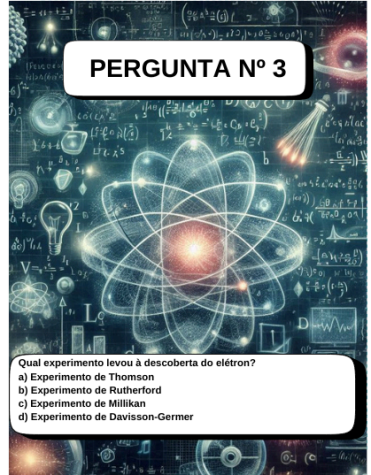
**PERGUNTA Nº 2**



Em que ano o elétron foi descoberto?

- 1897
- 1911
- 1927
- 1932

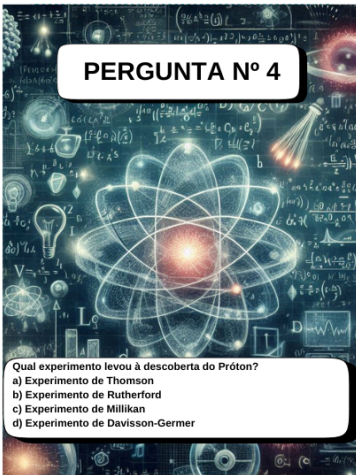
**PERGUNTA Nº 3**



Qual experimento levou à descoberta do elétron?

- Experimento de Thomson
- Experimento de Rutherford
- Experimento de Millikan
- Experimento de Davison-Germer

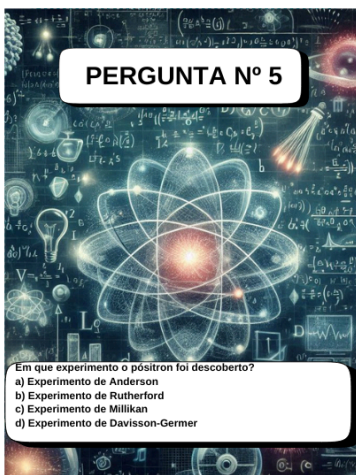
**PERGUNTA Nº 4**



Qual experimento levou à descoberta do Próton?

- Experimento de Thomson
- Experimento de Rutherford
- Experimento de Millikan
- Experimento de Davison-Germer

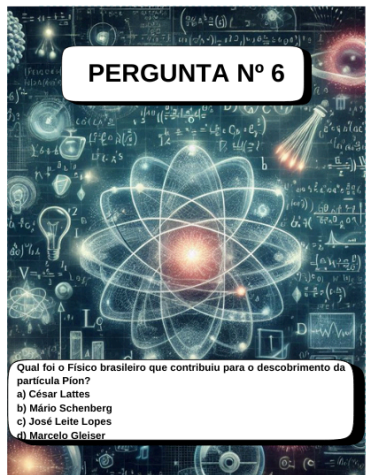
**PERGUNTA Nº 5**



Em que experimento o pósitron foi descoberto?

- Experimento de Anderson
- Experimento de Rutherford
- Experimento de Millikan
- Experimento de Davison-Germer

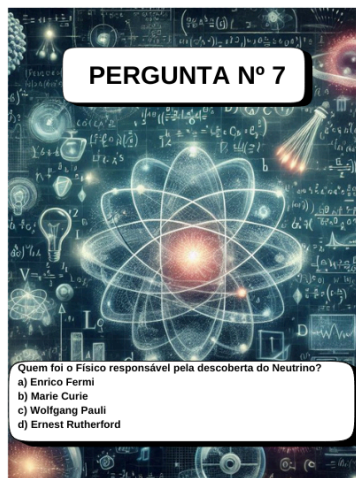
**PERGUNTA Nº 6**



Qual foi o físico brasileiro que contribuiu para o descobrimento da partícula Pion?

- César Lattes
- Mário Schenberg
- José Leite Lopes
- Marcelo Gleiser

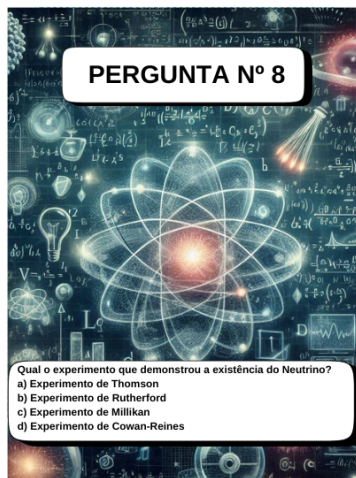
**PERGUNTA Nº 7**



Quem foi o físico responsável pela descoberta do Neutrino?

- Enrico Fermi
- Marie Curie
- Wolfgang Pauli
- Ernest Rutherford

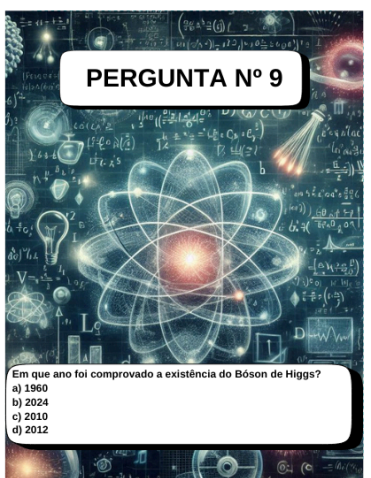
**PERGUNTA Nº 8**



Qual o experimento que demonstrou a existência do Neutrino?

- Experimento de Thomson
- Experimento de Rutherford
- Experimento de Millikan
- Experimento de Cowan-Reines

**PERGUNTA Nº 9**



Em que ano foi comprovado a existência do Bóson de Higgs?

- 1960
- 2024
- 2010
- 2012



### PERGUNTA Nº 10

Qual foi o Físico que propôs a existência dos Bósons de Higgs?

a) Richard Feynman  
b) Murray Gell-Mann  
c) Peter Higgs  
d) Abdus Salam

### PERGUNTA Nº 11

Qual é o nome do principal acelerador de partículas do Brasil?

a) LHC  
b) Tevatron  
c) Sirius  
d) RHC

### PERGUNTA Nº 12

Qual é o nome do do acelerador de partículas que foi usado para descobrir o Bóson de Higgs?

a) Tevatron  
b) LHC (Large Hadron Collider)  
c) SLAC  
d) RHC

### PERGUNTA Nº 13

Qual dos seguintes aceleradores é o maior do mundo?

a) Sirius  
b) Tevatron  
c) LHC (Large Hadron Collider)  
d) SLAC

### PERGUNTA Nº 14

Qual é o principal objetivo de um acelerador de partículas?

a) Aumentar a massa das partículas.  
b) Aumentar a velocidade das partículas.  
c) Diminuir a energia das partículas.  
d) Transformar as partículas em Fótons.

### PERGUNTA Nº 15

Qual é a partícula que compõe a luz?

a) Fóton  
b) Próton  
c) Elétron  
d) Quark

### PERGUNTA Nº 16

Quem foi o primeiro Físico a propor a existência dos Mésons?

a) Albert Einstein  
b) Niels Bohr  
c) Hideki Yukawa  
d) Enrico Fermi

### PERGUNTA Nº 17

Quais das seguintes partículas são Quarks?

a) Elétron e Neutrino  
b) Up e Down  
c) Fóton e Glúon  
d) Muon e Tau

### PERGUNTA Nº 18

Qual das alternativas abaixo é uma partícula da família dos Léptons?

a) Quark Up  
b) Quark Down  
c) Elétron  
d) Glúon



**PERGUNTA Nº 19**

Quais são os dois tipos principais de Hádrons?

- a) Prótons e Nêutrons
- b) Fótons e Neutrinos
- c) Bárions e Mésons
- d) Léptons e Glúons

**PERGUNTA Nº 20**

Os Hádrons são compostos por?

- a) Quarks e/ou Antiquarks
- b) Neutrinos
- c) Fótons
- d) Bóson W e Z

**PERGUNTA Nº 21**

Qual das forças fundamentais é a mais fraca em termos de intensidade?

- a) Força Gravitacional
- b) Força Nuclear Forte
- c) Força Nuclear Fraca
- d) Força Eletromagnética

**PERGUNTA Nº 22**

Qual é a força responsável por manter os Prótons e Nêutrons juntos no núcleo atômico?

- a) Força Gravitacional
- b) Força Nuclear Forte
- c) Força Nuclear Fraca
- d) Força Eletromagnética

**PERGUNTA Nº 23**

Qual força é mediada pelos Glúons?

- a) Força Gravitacional
- b) Força Nuclear Forte
- c) Força Nuclear Fraca
- d) Força Eletromagnética

**PERGUNTA Nº 24**

Qual força é responsável por manter os elétrons orbitando em torno do núcleo atômico?

- a) Força Gravitacional
- b) Força Nuclear Forte
- c) Força Nuclear Fraca
- d) Força Eletromagnética

**PERGUNTA Nº 25**

A força nuclear fraca afeta diretamente quais tipos de partículas?

- a) Partículas carregadas eletricamente
- b) Partículas com massa
- c) Fótons
- d) Léptons e Quarks

**PERGUNTA Nº 26**

De acordo com o modelo padrão, quais são as partículas verdadeiramente elementares, no sentido de não possuírem estrutura interna?

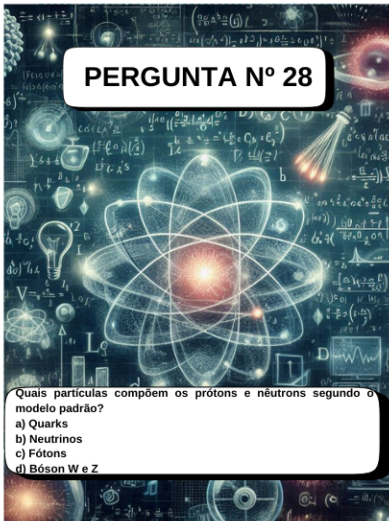
- a) Prótons e nêutrons
- b) Léptons e Quarks
- c) Elétrons e Prótons
- d) Glúons e Fótons

**PERGUNTA Nº 27**

Quais são os Bósons responsáveis pelo transporte das interações?

- a) Bósons W e Z, Fóton, Glúon e Bóson de Higgs
- b) Fóton, Bóson A, Glúon Z e Bóson de Higgs
- c) Bárion, Lépton, Hádron e Bóson de Higgs
- d) Lépton, Glúon, Bósons W e Z e Bóson de Higgs

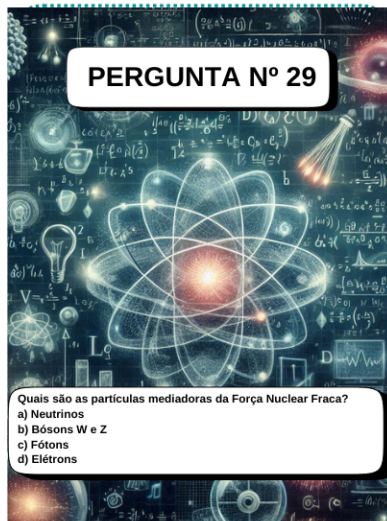




**PERGUNTA Nº 28**

Quais partículas compõem os prótons e nêutrons segundo o modelo padrão?

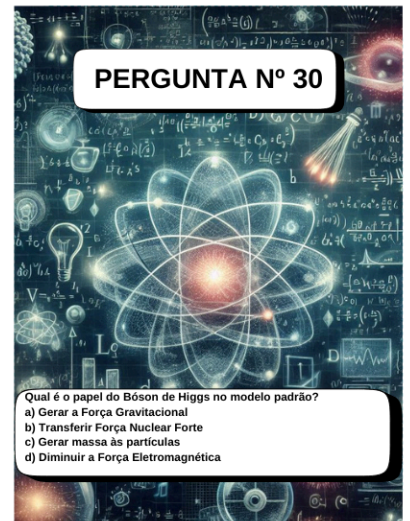
- a) Quarks
- b) Neutrinos
- c) Fótons
- d) Bóson W e Z



**PERGUNTA Nº 29**

Quais são as partículas mediadoras da Força Nuclear Fraca?

- a) Neutrinos
- b) Bósons W e Z
- c) Fótons
- d) Elétrons



**PERGUNTA Nº 30**

Qual é o papel do Bóson de Higgs no modelo padrão?

- a) Gerar a Força Gravitacional
- b) Transferir Força Nuclear Forte
- c) Gerar massa às partículas
- d) Diminuir a Força Eletromagnética

